Jahrbuch der Naturkunde

Vierter Jahrgang 1906

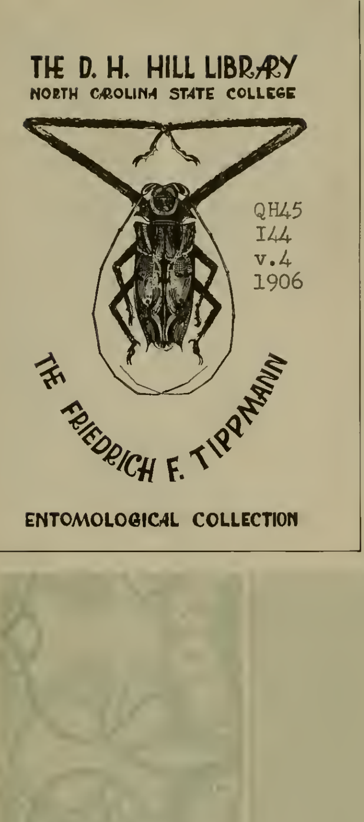
KARL PROCHASKAS ILLUSTR. JAHRBÜCHER

Von Herm. Berdrow



VERLAG UND DRUCK VON KARL PROCHASKA · LEIPZIG · WIEN · TESCHEN

Preis 1 Mk. 50 = 1 K 80


THE D. H. HILL LIBRARY
NORTH CAROLINA STATE COLLEGE
QH45
I44
v.4
1906
THE FRIEDRICH F. TIPPMANN
ENTOMOLOGICAL COLLECTION


ARL BLUMRICH
BUCH-KUNST-
USIKALIEN-UND

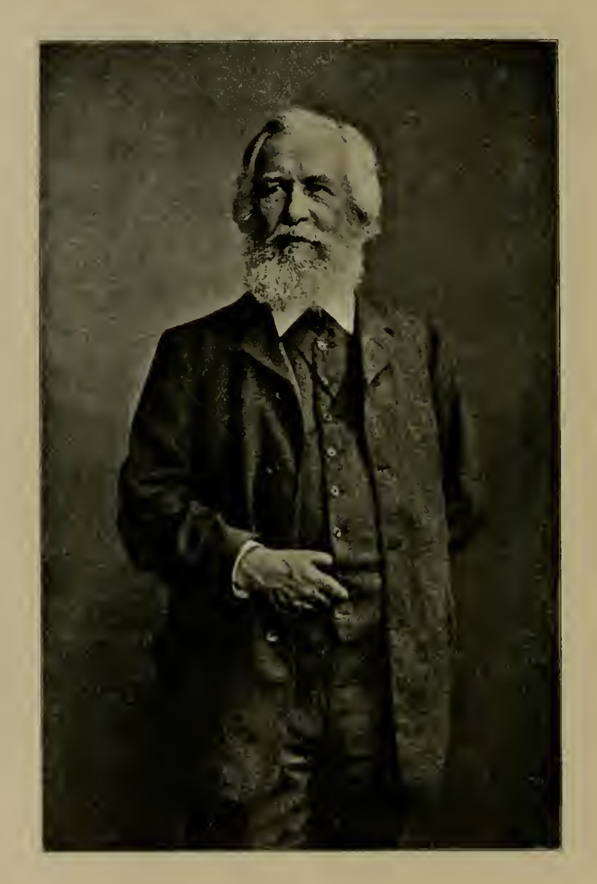


Fortsetzung am Schluße des Buches.

Illustriertes Jahrbuch

der Naturkunde

Vierter Jahrgang.



Ernst Haeckel.

Prochaskas Illustrierte Jahrbücher

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Vierter Jahrgang 1906 Von H. Berdrow



Leipzig
Königstraße 9/11

Karl Prochaska in Teschen

Wien
Kumpfg. 7.

Inhaltsverzeichnis.*)

---

*) Denjenigen Herren, die mich durch Übersendung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten zu unterstützen die Freundlichkeit hatten, spreche ich auch hier ergebenst meinen Dank aus. Herm. Berdrow.

Alphabetisches Sachregister.



Der Ölberg im Siebengebirge.

Aus dem Weitern ins Engere.

(Astronomie und Meteorologie.)

Aus der Kindheit der Astronomie. * Entdeckungen am Sternenhimmel. * Sonnenenkel. * Wahrheit und Irrtum aus der Planetenwelt. * Meteorologische Aufgaben. * Die Wettermächte. * Wind und Meer.

Aus der Kindheit der Astronomie.

„Der bestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir“ — wie früh mögen diese beiden Dinge, die das Gemüt des größten Denkers aller Zeiten mit so hoher Bewunderung und Ehrfurcht erfüllten, zu Angelpunkten menschlichen Denkens und Handelns geworden sein! Sicherlich früher als wir gewöhnlich annehmen: der Gesetzeskodex Chammurabis, des „Königs der Gerechtigkeit“, der vor mehr als vier Jahrtausenden in den Stein gegraben wurde, muß eine lange Entwicklungsgeschichte hinter sich haben, und was von ihm gilt, trifft in noch höherem Maße von der Kenntnis des gestirnten Himmels zu, der dem moralischen Gesetze in uns, wenn nicht zur Geburt, so doch zur Anerkennung und Sicherung verhalf.

Düstere Genien umstanden die Wiege des Himmelskindes, das allmählich zur hehren Astronomie erwuchs, mythologische Ungeheuer, die sich vom Fleisch und Blut der Sterblichen nährten und ihnen Seele und Atem aus den Adern sogen. Ihren Ursprung zu ermitteln, ihre Bedeutung zu erkunden ist nicht leicht, und die Ansichten der Gelehrten stehen sich in wichtigen Punkten nicht selten diametral gegenüber. Das ist auch durchaus erklärlich, da wissenschaftliche Logik und dementsprechende Genauigkeit des Ausdruckes ganz und gar nicht Sache jener alten Astrologen und Gestirndiener war, eine rege Phantasie und Begriffsspielerei sie vielmehr zu Deutungen und Begriffsverknüpfungen führte, die unserem Verständnis kaum noch zugänglich sind.

Diese Dunkelheit erschwert auch die Kenntnis der älteren Astronomie des Euphratlandes, der alten Chaldäer und Magier, über die uns zwei Arbeiten R. Redlichs und O. Gilberts Aufschluß zu bieten versuchen.*) Was bedeutet der Drache zu Babel? Diese Frage nebst einigen damit zusammenhängenden wünscht in seiner Tierkreisstudie der erstere der beiden Autoren zu beantworten.

Woher, so schreibt Redlich, die Sumerier (die nichtsemitischen Vorgänger der Babylonier) auch gekommen sein mögen, sie müssen einmal an einem Meere gewohnt haben, über dem sie die Sonne auf- oder untergehen sahen. Da betrachtete der nachdenkliche Sohn des Volkes den nächtlichen Himmel und sah staunend, wie es sich aus dem unendlichen schwarzen Meere heraushob, langsam, stetig, geräuschlos, und wie es abendwärts stetig ins Was-

*) R. Redlich, Vom Drachen zu Babel. Eine Tierkreisstudie. Globus, Bd. 84, Nr. 23 und 24. O. Gilbert, Babylons Gestirndienst. Globus, Bd. 86, Nr. 14.

ser zurückglitt: die ungeheure Wasserschlange, die sich unaufhörlich um sich selbst windet, gegen den Pol hin in immer engeren Ringen; und dort lag ihr Kopf. Es ist sicherlich nicht bedeutungslos, daß um den nördlichen Pol der Ekliptik auf der griechischen Sternkarte ein Drache liegt, dessen Stern α zweiundeinhalb Jahrtausende vor unserer Zeitrechnung (das heißt noch vor Chammurabis Regierung) Polarstern war, zu derselben Zeit, wo der heliakische Aufgang*) der Plejaden in die Frühjahrsgleiche fiel.

Zum besseren Verständnis der Bedeutung des Drachens, den wir so vielfach in der babylonischen Kunst, zum Beispiel auf dem Relief vom Istartore der Stadt Babylon, dargestellt finden, diene folgende Darlegung Redlichs:

Daß die Ebene des Erdäquators mit der Ebene ihrer Jahresbahn um die Sonne nicht zusammenfällt, sondern etwa um den vierten Teil eines rechten Winkels gegen letztere geneigt ist, hat den wechselvollen Kreislauf der Jahreszeiten zur Folge. Die Ekliptik, die scheinbare Jahresbahn der Sonne (in Wirklichkeit die an den Sternhimmel projizierte Jahresbahn der Erde), kreuzt zweimal den Äquator, die Linie, die den täglich sich einmal um uns herumschwingenden Himmelsraum zwischen Nordpol und Südpol halbiert. Die Kreuzungspunkte, in denen die Sonne steht, wenn im Frühling und Herbst Tag und Nacht gleiche Länge haben, nennen wir Widder und Wage. Im Krebs erreicht die Sonne ihren höchsten nördlichen Stand, im Steinbock steht sie in Wintersmitte am tiefsten gegen Süden.

Die zwölf Zeichen der Sonnenbahn oder Ekliptik, der sogenannten Zodiakus oder Tierkreis, sind uns von den Griechen überkommen, für unsere Astronomen bequeme Zeichen, in ihrer Namenbedeutung anscheinend eine veraltete Spielerei, vielleicht dunkle Ausgeburten der Astrologenphantasie. Und doch ist in diesen zu uns, wenn auch vielfach gebrochen herüberklingenden Urvölkergedanken nichts sinnlos und willkürlich.

Der Mond bewegt sich beinahe in der Ebene der Erdbahn, im allgemeinen tun das auch die Planeten, und sicherlich war das erste, was man an den Bildern des Fixsternhimmels maß, nicht der Lauf der Sonne, sondern der des Mondes, dessen Fortschreiten von Nacht zu Nacht bei Chinesen, Indern, Persern, Arabern, Ägyptern den Himmelsumkreis in 28 „Häuser" oder Stationen teilt. Aber im Mondlauf spiegelt sich doch auch der Sonnengang. Denn der Vollmond, der Sonne Gegenbild, erscheint wie sie von Monat zu Monat um ein Zwölftel des Himmelsumfangs vorgerückt. Die Sonne selbst, die allesbeherrschende, konnte von einer frühen Zeit auf ihrem Wege nicht verfolgt werden, weil um sie her der Himmel verschwindet, die Sterne erlöschen. Doch man sah, wie ihrem Siegergange eins der Himmelsbilder nach dem anderen erliegen mußte. Merodach, der strahlende Held, so erzählt das babylonische Weltschöpfungslied, zog auf seinem Wagen gegen die Feindin des Lichtes, die Urwasserschlange Tiamat, aus.

*) Der heliakische oder Frühaufgang eines Gestirns fällt auf den Tag, an dem der Stern in der Morgendämmerung zuerst wieder sichtbar wird.

Er besiegte sie, er, der Gott des aufgehenden Sonnenlichtes, und schnitt sie der Länge nach durch. Aus der einen Hälfte machte er den Himmel, aus der anderen die unteren Gewässer und die Erde.

Der Drache vom Istartore zu Babel ist diese Urschlange. Daß er zum Sonnenlaufe und zu den Jahreszeiten in Beziehung steht, scheint seine Verwandtschaft zu einem bekannteren symbolischen Wesen, dem Kerub, anzudeuten. Bärtige Menschenhäupter mit der heiligen Tiara, Stier- oder Löwenleiber mit mächtigen Flügeln sind die typischen Bestandteile dieser gravitätischen Hüter der Palasttore und Tempeleingänge. Man hat sie für Symbole des Tierkreises gehalten, und es gab in der Tat eine Zeit, wo der Himmelsäquator die Ekliptik im Sternbilde des Stieres kreuzte, wo also dieses das Sternbild des Jahresanfangs war. In dem Löwen stand damals die Sonne am höchsten.

Diese für die Sternkunde und religiöse Kultur der Babylonier und Sumerier höchst bedeutungsvolle Zeit liegt Jahrtausende vor unserer Zeitrechnung, ist aber unschwer zu errechnen. Unsere Erde macht es nicht anders als ein Kinderkreisel. Setzt man ihn schief auf, so läuft er schief, doch bewegt er während seines raschen Umschwunges die obere Spitze langsam im Kreise herum. So die Erde in bezug auf die Ebene ihrer Bahn um die Sonne, gegen die sie ihre Drehungsachse auf absehbare Jahrmillionen immer gleichmäßig um etwa 23½ Grad neigt, doch unter fortschreitender Änderung der Richtung, nach der sie sich neigt. So wandern die beiden Weltpole im Abstande von 23½ Grad um die Pole der Ekliptik durch den Sternhimmel fort, und gleichzeitig schreiten die Durchschnittspunkte des Äquators und der Ekliptik durch den ganzen Tierkreis hindurch. Dieser Kreislauf vollzieht sich in einer Periode von 26.000 Jahren, so daß es ungefähr 2150 Jahre dauert, bis im Frühlingspunkte ein Sternbild des Tierkreises durch das nächstfolgende abgelöst ist. Nach 26.000 Jahren wird der nördliche Weltpol wieder wie heute in der Nähe unseres Polarsternes und der Frühlingspunkt im Sternbild der Fische sich befinden. Denn hier, und nicht mehr im Widder, steht er heute. Wir aber, die wir unseren Kalender, vor zweieinhalb Jahrtausenden von den Griechen angefertigt, mit allen damaligen Bezeichnungen übernommen haben, nennen den Frühlingspunkt jetzt noch immer Widderpunkt, obwohl die Sonne am 21. März im Zeichen der Fische aufgeht, und den nördlichen Wendekreis den des Krebses, obwohl die Sonne um Mittsommerwende heute in den Zwillingen steht, und so fort. Rechnen wir von den Griechen abermals zwei Jahrtausende zurück, so steht der Stier im Frühlingspunkte, der Löwe ist das Sternbild der Sonnenwende.

Danach könnte es, wenn die Kerube Sinnbilder des Jahreslaufes der Sonne wären, so scheinen, als ob schon die Sumerier-Babylonier im dritten Jahrtausend vor Christo im wesentlichen unseren Tierkreis der Ekliptik besessen hätten. Das ist jedoch nach Redlich nicht der Fall. Er sucht vielmehr an der Hand der auf babylonischen sogenannten „Grenzsteinen" vorkommenden Sternkreise und ähnlicher Skulpturdokumente nachzuweisen, daß

der Tierkreis um das Jahr 1000 vor Christi von dem unsrigen bedeutend abwich und den Himmelsäquator in zwei anderen Punkten schnitt.

Otto Gilbert bietet in seiner Arbeit eine Ergänzung und teilweise Berichtigung dieser Ansichten, indem er nachweist, daß der Gestirndienst der Babylonier nichts Ursprüngliches und Uraltes ist, sondern sich ebenso wie der Zodiakus erst ganz allmählich herausgebildet hat. Anfänglich Symbole der großen Hauptgottheiten, treten die Embleme der babylonischen Denkmäler und „Grenzsteine" allmählich in Beziehung zu Sternbildern, und wie sich diese Wandlung vollzieht, das gewährt uns interessante Einblicke in das phantastische Denken jener längstvergangenen Kulturepochen.

Die alten Mythen von dem Tun und Leiden, den Kämpfen und Schicksalen der Götter beruhen auf den Wechseln und Wandlungen des Himmels im Umschwunge der Jahressonne. Mond und Sonne einerseits, die massigen Wolken- und Wasserbildungen anderseits werden zu Trägern jener Sagen von den Götterkämpfen, die im babylonischen Weltschöpfungsepos eine feste, einheitliche Gestalt angenommen haben. Der Glaube sucht sich die Götter selbst dadurch zum Verständnis zu bringen, daß er sie als Tiere mannigfacher Bildung faßt. Die Wolken- und Wasserungeheuer werden ihm zu Drachen und Schlangen (Tiamat und ihre Geschöpfe), zu Krebsen und Skorpionen, zu Fischen und Seetieren; Ea selbst, der Gott der Gewässer, ist ein Widder, dessen Leib zugleich in Fischrumpf und -Schwanz ausläuft; Marduk, der die Finsternis bekämpfende Sonnengott, ist ein gewaltiger Stier, und ähnlich gestaltet sich die übrige Götterwelt. Dem Sonnen- und dem Mondgott, die an Macht und Bedeutung bald alle anderen Gottheiten überflügeln, galt die genaueste und eingehendste Beobachtung, und da konnte die Tatsache nicht lange verborgen bleiben, daß beide Lichtgötter in engster Beziehung zu den Sternen standen. In dem regelmäßigen Monats- und Jahreslaufe der Sonne und des Mondes traten mit ihnen einzelne bestimmte Sterne und Sternbilder in Verbindung und wurden, in ihrem Erscheinen an die wechselnden Phasen jener gebunden, gleichsam zu Dienern, zu Verkündern jener Großen.

So scheinen schon früh bestimmte, besonders in die Augen fallende Gestirne als Merk- und Meilensteine des Weges von Sonne und Mond aufgefaßt zu sein, zum Beispiel die sieben Lumishasterne, die als „Leithammel" gleichsam der Sonne vorauswandeln. Je dunkler der Sinn der verschiedenartig überlieferten Legenden wurde, desto mehr erwachte das Bedürfnis, die gleichsam herrenlos gewordenen Personen und Objekte der Göttersage ebenfalls zu den Gestirnen in Beziehung zu bringen. Kannte die alte Sage den Gott der Gewässer als Widder und Fischziege, so lag es nahe, diese mythischen Gestalten in solchen Sternbildern wiederzuerkennen, die an der Südhälfte des Himmels sichtbar waren; eben weil der Süden für Babylonien die Wassergegend war. Hier erscheinen denn auch die Sternbilder Skorpion und Schütz (letzterer aus dem ersteren hervorgegangen), Ziegenfisch und Wassergefäß, Fisch und Widder, während man die Tiamat nun in der Milchstraße zu erkennen glaubte. Marduk aber, der Sonnengott, tritt als Stier in dem



Babylonischer Tierkreis.

gleichnamigen Sternbild an die Spitze des (bei den Babyloniern mit dem Frühling beginnenden) Jahres und wird damit zum klassischen Zeugen für die Tatsache, daß diese Auffassung der Gestirne in ihrer Wechselbeziehung zum Sonnenlauf sich schon um 3000 vor Christo vollzog.

Die Bildung des Zodiakus kann nur allmählich geschehen sein. Die Sternbilder desselben sind so verschiedener Ausdehnung, daß man annehmen muß, es liege hier nicht eine planmäßige Schöpfung vor; denn eine solche würde darauf gesehen haben, der gleichen Dauer der Monate eine gleiche Raumteilung des Himmels entsprechen zu lassen: die Sternbilder müssen zum Teil schon als solche festgestanden haben, ehe man die Sonnenbahn mit ihnen in Verbindung brachte. An und für sich lag die Auffassung der himmlischen Sonnenbahn als einer in zwölf Phasen sich vollziehenden nahe: die fünfte Weltschöpfungstafel kennt schon zwölf Monate; Tiamat hat elf Helfer; Izdubars, des babylonischen Herkules, Taten vollziehen sich der Zwölfzahl entsprechend, und so forderte die Zeitteilung von selbst die entsprechende Raumteilung des Himmels heraus. Die Verbindung der Sonne mit einer Reihe aufeinander folgender Sterne und Stern-

bilder hat sich zunächst, darin stimmen Redlich und Gilbert überein, ohne Zweifel am Äquator gebildet; sie hat, als sie sich der Ekliptik zuwandte, auch hier erst nach und nach die feste Ordnung geschaffen, die uns der spätere Kreis des Zodiakus bietet.

Wie untergeordnet die Sterne ursprünglich den Göttern waren, lehrt auch die allmähliche Entstehung der Astronomie aus der Astrologie, die in Wirklichkeit nur dem Monde und der Sonne dient. Das geht schon aus dem ältesten astrologischen Werk Innma Bel aus der Zeit um 2000 vor Christo hervor, in dem die Sonnen- und Mondfinsternisse

den Sternen in Mexiko" beschreibt.*) Das babylonische Schöpfungslied berichtet, daß der Drache elf Ungeheuer als seine Helfer im Kampfe gegen den Sonnengott aus sich geboren habe. Als der Drache besiegt und in seinen beiden Hälften oben und unten ausgespannt war, begnadigte der Schöpfer Merodach die elf Ungeheuer und versetzte sie an den Himmel. Das bedeutet, was sich in jedem Jahre aufs neue vollzieht: der Sonnenglanz löscht (verschlingt), den Jahreskreis durchwandernd, nacheinander alle Gestirne längs der Sonnenbahn aus, gibt sie aber immer wieder heraus, an ihrem Platze zu leuchten.



Moeshove, im Vordergrund, und die Steine von Stenneß.

sowie die Konjunktionen des Mondes mit einzelnen Hauptsternen, besonders mit den Planeten als den Erscheinungsformen der Hauptgötter, die erste Stelle einnehmen. Die Beobachtungen dieser Konjunktionen mit den günstigen oder ungünstigen Planeten bilden eine Haupttätigkeit der Priester, und die Schlüsse aus ihnen für das Handeln der Menschen gestalten sich zu dem hauptsächlichsten Inhalt der immer subtiler und künstlicher werdenden Kombinationen. Erst sehr allmählich hat sich aus diesen, praktische Zwecke verfolgenden Himmelsbeobachtungen eine wirklich wissenschaftliche Astronomie herausgebildet, deren Anfänge bis in das VI. Jahrhundert vor Christo und vielleicht noch etwas früher hinauf datiert werden können. Die Zwölfteilung der Ekliptik und die einzelnen Konstellationen des Tierkreises standen damals der Hauptsache nach schon fest, und die Babylonier sind hierin die Lehrmeister der Menschheit geworden.

Wie gleichartig bei den entlegensten Völkern angesichts derselben Naturerscheinungen die Vorstellungen verlaufen, zeigt der Vergleich einer altbabylonischen Auffassung mit dem Mythus, den K. Th. Preuß als „Kampf der Sonne mit

So kämpft auch bei den Mexikanern die Sonne mit den Sternen und die Besiegten werden ihr geopfert. Der Mythus läßt den Sonnengott Uitzilopochtli in Wehr und Waffen geboren werden und sofort seine Schwester, den Mond, und die vierhundert Südlichen, die Sterne des Südhimmels, besiegen und töten. Er verschlingt sie, und dies Sternverschlingen ist zum Wohlsein der Sonne nötig. Das war auch der Sinn der zahlreichen grausigen Menschenopfer bei den Mexikanern. Zur Zeit der Herbst-Tag- und Nachtgleiche kehrten die Geopferten wieder zurück und erschienen als Sterne am Himmel.

Zur Vollziehung dieser und ähnlicher Riten war es offenbar nötig, die Tage, an denen die Opfer dargebracht und die Feste gefeiert werden mußten, genau zu wissen, und es war eine der Aufgaben der Priester, diese Tage genau festzustellen. Diesem Zwecke dienen nun nach den genauen und langwierigen Untersuchungen Professor Norman Lockyers die britischen Steinkreise,**) über deren berühmtesten, den von Stonehenge, schon

*) Globus, Bd. 87, Nr. 7.

**) Notes on Stonehenge, in Nature, Bd. 71 und 72.

früher berichtet ist (s. Jahrb. I, S. 266). Lockyer weist nach, daß diese Steinkreise nicht für sich bestehen, sondern in Verbindung zu setzen sind mit gewaltigen, als Menhirs bezeichneten Einzelsteinen, von denen einzelne durchbohrt sind, und mit künstlichen Erdaufschüttungen. Mit Hilfe dieser Menhirs und Erdhügel waren vom Zentrum der Steinkreise Beobachtungen der Gestirne und der Sonne, war vor allem die Feststellung eines bestimmten Sonnenauf- und -unterganges möglich. So ergibt zum Beispiel die Untersuchung der Steinsetzungen von Stenneß auf den Orkney-Inseln, daß die Bewohner zur Zeit der Einrichtung jener uralten astronomischen Beobachtungsstationen die Wechsel der Jahreszeiten in den Mai und den November verlegten, und daß das Solstitial- oder Junijahr erst später aufkam. Wenn wir uns vergegenwärtigen, daß der Mai noch das ganze Mittelalter hindurch eine Hauptfestzeit in germanischen Landen war, so haben wir darin einen Nachklang der Festsetzungen jener steinzeitlichen Priester-Astronomen zu sehen.

Die Sterne, soweit sie beobachtet wurden, benützte man ebenfalls zur Anmeldung des Sonnenaufganges an einem bestimmten Tage. Soweit die Steinkreise und die Steinalleen, die Lockyer gleichfalls in Betracht zieht, auf das Maijahr hindeuten, wurden sie wahrscheinlich schon lange vor 1860 vor Christi Geburt, also vor jetzt ungefähr 4000 Jahren, benützt. Viele Fragen bleiben auch nach diesen Untersuchungen bezüglich jener alten britischen Denkmäler offen, und Lockyer gibt als Punkte, die weiteren Studiums bedürfen, folgende an:

Sollten die hauptsächlich aus zwei Reihen von Steinen bestehenden Alleen eine Widerspieglung der ägyptischen Sphinxalleen sein? Und wenn dem so wäre, wie ist die Häufung derselben in der Landschaft Dartmoor (nordöstlich von Plymouth), einer ihrer Hauptstätten, zu erklären?

Ging in den Alleen und den Steinkreisen eine doppelte, verschiedene Verehrung während desselben Zeitalters vor sich? Wenn nicht, weshalb wurden dann erstere nicht nach den Kreisen gerichtet? Wären freilich die Steinalleen auf einer vollkommenen Ebene auf den Mittelpunkt des Kreises in der Richtung des Auf- oder Unterganges der Sonne oder eines Sternes geführt worden, so hätte die Prozession in einer solchen via sacra die Aussicht auf die Himmelskörper für die beobachtenden Priester versperrt. Wenn trotzdem die Allee bei Stonehenge zweifellos auf die Mitte des Steinkreises zielt, so erklärt sich das hier aus dem Umstande, daß der Naos, der Tempelbezirk, auf einer Erhöhung lag, so daß die Prozession in der Allee immer unter dem Niveau des Horizonts blieb und die Aussicht nicht versperrte.

Stellen alle Hügel- und Kistengräber (cairns and cists) in den Steinalleen spätere Zusätze vor, vielleicht so späte, daß die Alleen damals schon aufgehört haben mochten, für gottesdienstliche Zwecke benützt zu werden? Nach Lockyers Ansicht waren diese alten Tempel und Straßen für die Lebenden und nicht für die Toten bestimmt, später mögen sie als geweihter Boden auch zu Begräbnisstätten gedient haben; doch dürfte das erst nach dem Jahre 1000 vor Christo geschehen sein.

Sollte die Orientierung von diesen alten Heiligtümern der Steinzeit durch die folgenden Kulturepochen sich auf die christlichen Kirchen übertragen haben? Allerdings sind diese durchaus nicht genau mit der Längsachse ostwestlich gerichtet, und man nahm zur Erklärung der Abweichung bis vor kurzem an, daß die Lage der frühmittelalterlichen Dome nach dem Sonnenauf- oder -untergange des Tages der heiligen Person, der das Gotteshaus gewidmet war, orientiert worden sei. In einer Arbeit „Über die Kenntnis der magnetischen Nordweisung im frühen Mittelalter" weist nun Heinrich Wehner*) nach, daß dies nicht der Fall war, daß vielmehr die Bauhüttenleute die immerdar fehlweisende Magnetnadel als Werkzeug bei der Ausrichtung der Kirchenachsen benützt haben, und daß dabei die jeweilige Deklinationsgröße**) unbewußt für kommende Jahrhunderte fest markiert wurde.

Daß aus Zeiten, in denen nach geschichtlichen Quellenzeugnissen die Nordweisung bekannt war, etwa von 1200 nach Christo an, Kirchenanlagen in Menge nachzuweisen sind, die die damalige Horizontalabweichung des Magneten noch heute festhalten und messen lassen, ist nicht überraschend, und daß man in der Tat die Hauptachse sakraler Bauwerke mit Hilfe des Kompasses aussteckte, ist urkundlich erwiesen; einer der Meister der mittelalterlichen Straßburger Bauhütten, Lorenz Lacher, hinterließ 1516 seinem Sohne eine sogenannte verräterische Schrift, in der er ihn anweist, zu seiner bezüglichen Hantierung den „Khumbast" zu verwenden. Bis zur Wende des XII. und XIII. Jahrhunderts zurück, also bis zum Zeitalter jener abendländischen Autoren, die von der magnetischen Nordweisung reden, sind immerfort und allerorten in reicher Zahl Kirchen mit deutlich magnetisch beeinflußter Fehllage zu erkennen. Aber auch vom Jahre 1200 an zeigt es sich ganz augenfällig, daß noch Kirchen weit höheren Alters ganz in der gleichen Weise errichtet worden sind. Fehlen von hier an auch die schriftlichen Nachrichten über die Kenntnis der Nordweisung, dann sind dennoch die steinernen Urkunden, die Kirchen selbst, an ihrer Stelle da. Wehner gibt für eine Menge von Gotteshäusern bis zum Jahre 664 aufwärts (Dom von Limburg a. Lahn) nach der magnetischen Deklination das Gründungsjahr an, das bei vielen als solches durch die glaubhaftesten Urkunden bestätigt wird.

Die Fehllage oder Abweichung der meisten Kirchenachsen von der reinen Ostwestrichtung war schon den frühmittelalterlichen Kirchenschriftstellern kein Geheimnis; aber diese sonst so vielseitig unterrichteten Mönche kannten doch nicht den wahren Grund der Erscheinung. Der Kompaß aber in irgend einer Form, ob trocken oder naß, mit eigener Skala oder ohne eine solche, muß heute als ein geheimes Handwerkszeug der Bauhütten, jener Erbinnen der altrömischen Collegia, angesehen werden.

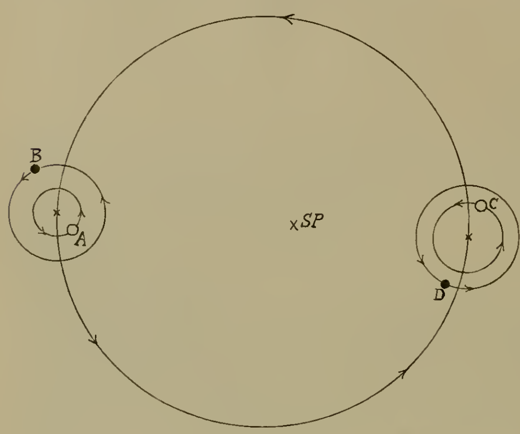
*) Das Weltall, V. Jahrg. 1905, Heft 18 bis 20.

**) Unter Deklination versteht man die Abweichung der Magnetnadel von der geographischen Nordsüdrichtung; sie wird dadurch hervorgerufen, daß die Magnetnadel auf den magnetischen Nordpol, der mit dem geographischen nicht zusammenfällt, weist. Da die magnetischen Pole wandern, so ist auch die Deklinationsgröße zu verschiedenen Zeiten verschieden.

Wir haben also nach Wehner in den mittelalterlichen Kirchenanlagen keine astronomische, sondern eine magnetische Orientierung und somit einen Beweis für die Kenntnis und Benützung des Magneten aus Zeiten, aus denen in der Literatur auch nicht ein einziger Ton über etwaige Kenntnis der Nordweisung herüberklingt.

Entdeckungen am Sternenhimmel.

Unter dem Titel „Die Aufteilung der Fixsternsonnen" ließe sich eines der interessantesten Kapitel der Astronomie schreiben. Als das Altertum die Dioskuren Kastor und Pollux unter dem Bilde



Das Sternsystem des Kastor.

der bekannten zwei glänzenden Fixsterne an das Himmelsgewölbe versetzte, ließ es sich nicht träumen, was für ein zwiespältig Wesen so ein Zwillingspaar sei, und auch die nachfolgenden Jahrtausende ahnten es nicht. Erst im Jahre 1718 zeigte das Fernrohr die wahre Natur des Kastor: es enthüllte ihn als ein Doppelgestirn, dessen Glieder den Größenklassen 2⅓ und 3⅓ angehören und etwa 5 Sekunden voneinander entfernt erscheinen. Es besteht auch eine Umlaufsbewegung beider um einen gemeinsamen Schwerpunkt, die jedoch so langsam vor sich geht, daß seit Entdeckung der Doppelnatur des Kastor erst drei Achtel des Umlaufes zurückgelegt sind. Die gesamte Umlaufszeit würde also ungefähr 347 Jahre betragen.

Aber mit dieser Zweiteilung in einen größeren und einen kleineren Stern sind erst die gröberen Umrisse des Kastorsystems gewonnen. Im Jahre 1896 entdeckte Belopolski bei einer spektroskopischen Bestimmung der Geschwindigkeit der beiden Glieder im Gesichtsradius, daß der hellere Stern wiederum aus zwei Sternen bestehe, deren Umlaufszeit fast drei Tage beträgt. Jetzt haben zwei andere Beobachter mit dem Mills-Spektrographen der Lick-Sternwarte entdeckt, daß auch die schwächere Hälfte des Gestirnes ein spektroskopischer Doppelstern ist, dessen Periode ungefähr neun Tage zählt. Der Abstand des helleren Sternes dieses zweiten engeren Systems vom Schwerpunkte desselben beträgt 1¾ Millionen Kilometer.

So kann sich unsere Vorstellung, der das Paar der Zeussöhne zu Fixsternsonnen erblaßt ist, dafür beim Kastor an dem Bilde von vier Sonnen ergötzen, die sich zu zwei und zwei in engem Umschwunge von drei beziehungsweise neun Tagen um ihre besonderen Schwerpunkte bewegen, während die beiden Paare selbst, etwa durch den hundertfachen Abstand von Sonne und Erde getrennt, in dreieinhalb Jahrhunderten einen gemeinsamen Schwerpunkt umkreisen. Außerdem aber umkreist ein weit entfernter heller Stern zehnter Größe in einigen Jahrtausenden, dem Kastor folgend, den Hauptschwerpunkt des ganzen Systems. (Eine schematische Darstellung zeigt uns die beiden hellen Hauptsterne A und C, die sich mit ihren unsichtbaren Begleitern um je einen durch ein Kreuz bezeichneten Schwerpunkt bewegen, während A + B einer-, C + D anderseits den gemeinsamen Schwerpunlt des ganzen Systems, SP, umkreisen. In weiter Entfernung müßte um diesen Punkt auch noch der Stern zehnter Größe kreisen.) Die beiden Begleiter B und D brauchen nicht notwendig völlig dunkel zu sein, möglicherweise sind sie nur um einige Größenklassen schwächer als A und C, und dann ist ihr Licht von dem dieser beiden nicht zu unterscheiden, selbst nicht am Lick-Refraktor, der nur die beiden hellen Sterne als völlig runde Scheiben zeigt.

Solcher neuen Doppelsterne sind auf der Lick-Sternwarte noch acht entdeckt worden, so daß die Zahl der bekannten spektroskopischen Doppelsterne damit auf 64 steigt. Mit Recht dürfen wir aus der rapiden Zunahme der Entdeckungen optischer und spektroskopischer Doppelsysteme schließen, daß, wie Prof. Klein*) sagt, „die Anordnung, welche unser Sonnensystem zeigt, nämlich ein leuchtender Hauptkörper, um den nur dunkle Planeten kreisen, durchaus nicht die normale im Weltenraume ist, sondern vielleicht kaum häufiger vorkommt als diejenige, in welcher zwei oder mehrere Sonnen einander umkreisen, von denen jede wiederum mit dunklen Trabanten ein besonderes System bildet".

Ein anderer durch spektrographische Beobachtungen auf der Potsdamer Sternwarte genau erkundeter Doppelstern ist der eine äußere Gürtelstern δ des Orion, der 1900 von Deslandres als solcher erkannt, aber in seiner Umlaufszeit völlig falsch berechnet wurde. Da sich dieses Doppelsystem vom Sonnensystem in jeder Sekunde um 23·1 Kilometer entfernt, so erscheint uns die Umlaufsperiode wegen der endlichen Geschwindigkeit des Lichtes um 38 Sekunden länger, als sie wirklich ist. Die wahre Umlaufszeit um den gemeinsamen Schwerpunkt beträgt 5·7321 Tage, die Exzentrizität (Abweichung von der Kreisbahn)

*) Ein merkwürdiges Sonnensystem. Gaea, Bd. 41 (1905), Heft 5.

0·10334 und die Projektion der großen Halbachse auf die Gesichtslinie 7,906.600 Kilometer. Die Massen der beiden Weltkörper sind wahrscheinlich wenig voneinander verschieden, ihre Gesamtmasse mag das fünf- bis zehnfache der Sonnenmasse betragen.

Merkwürdig erscheint dem Berechner dieser schon so sehr genauen Bestimmungen, dem Astronomen J. Hartmann,*) an dem Spektrum von δ Orionis die Kalziumlinie, die auf allen Platten sehr schwach, aber vollkommen scharf erscheint. Sie beteiligt sich an den durch den Umlauf des Doppelgestirns bedingten periodischen Verschiebungen der übrigen Linien nicht, sondern gehört einem Körper zu, der sich mit der beständigen Geschwindigkeit von 16 Kilometern von der Sonne entfernt. Eine Erklärung für das Vorhandensein dieser Linie kann in dem Umstande liegen, daß das Licht von δ Orionis auf seinem Wege zur Sonne eine kosmische, aus Kalziumdampf bestehende Wolke passiert, eine Erscheinung, wie sie ganz ähnlich 1901 am Spektrum der Nova Persei beobachtet worden ist. Bei letzterer wurden später auf photographischem Wege solche Nebelmassen festgestellt, und nach Barnard befinden sich auch in der Nähe von δ Orionis ausgedehnte Weltnebel, deren Ausläufer sich sehr wohl bis vor den Stern selbst erstrecken könnten. Die Verschiebung der Kalziumlinien wäre übrigens nicht auf Rechnung der Nebelmasse, sondern der Sonnenbewegung zu setzen, und die Nebelmassen selbst würden in relativer Ruhe zu jenen 280 Sternen sich verhalten, aus deren Beobachtung Campbell seinen Beweis für die Fortbewegung der Sonne im Weltraume abgeleitet hat (s. Jahrb. II, S. 33).

Hinsichtlich der Nebel konnte auf dem Astrophysikalischen Observatorium zu Heidelberg durch einige weitere Beispiele die früher festgestellte Regel bestätigt werden, daß die großen Nebel stets von leeren Stellen umgeben sind und sich einseitig an Stellen großer Sternfülle anschließen, während sie anderseits am Ende ausgedehnter Höhlen liegen, die nur noch helle Sterne enthalten. Beim Andromedanebel (s. Jahrb. II, Abbild. S. 15 und 19) wurde gefunden, daß sich die Nebelknötchen des Ringsystems in großer Entfernung vom sichtbaren beziehungsweise photographierbaren Nebel weithin beiderseits in der Richtung der langen Achse verfolgen lassen. Haben wir in diesen Knötchen abgeschleuderte, zu selbständigen Weltkörpern sich umformende Partien des Andromedanebels zu sehen?

Wie wenig Gestirne, die unser Auge zu einem System zusammenzuschließen pflegt, in Wirklichkeit ein solches darzustellen brauchen, zeigen uns die von W. S. Adams kürzlich ermittelten verschiedenen Geschwindigkeiten von sechs Plejadensternen.**) Es entfernt sich nach mehreren Messungen Elektra von der Sonne um 14 Kilometer in der Sekunde, Alkyone um 15, Atlas um 13 Kilometer, Merope und Taygeta dagegen nur um 6 beziehungsweise 3 Kilometer, während Maja veränderliche Geschwindigkeiten zeigt zwischen 21 Kilometer Geschwindigkeit von der Sonne weg und 7 Kilometer auf sie zu. Maja und Taygeta scheinen, nach der Beschaffenheit ihres Spektrums und der geringeren Geschwindigkeit zu schließen, mit den umgebenden Nebeln nicht physisch zusammenzuhängen.

*) Sitzungsberichte der Berl. Akad. 1904, S. 527.

**) Astrophys. Journal, Juni 1904.

Für die Fortpflanzung des Lichtes und die Fernwirkung der Weltkörper spielt der hypothetische Äther eine große Rolle. Wir wissen zwar durchaus nicht, ob er existiert; ein kürzlich vorgeschlagener Versuch scheint aber die Möglichkeit zu bieten, über sein Dasein oder Nichtdasein etwas zu ermitteln. Dieser Versuch setzt den Äther freilich voraus; denn er soll feststellen, ob der Äther sich mit der Erde bewegt oder stillsteht, also die Erde durch sich hindurchgleiten läßt. Man ermittle die Geschwindigkeit des Lichtes zwischen zwei weit voneinander entfernten, aber für einander sichtbaren Punkten erst in der Richtung von A nach B, dann umgekehrt. Wenn sich die Lichtgeschwindigkeit beidemal als gleich erweist, so ruht offenbar der Äther, oder er ist gar nicht vorhanden. Bewegt er sich mit der Erde in der Richtung von A nach B, so wird das Licht, um von A nach B zu kommen, offenbar weniger Zeit gebrauchen als in der umgekehrten Richtung, in der der Äther ihm entgegeneilt. Zur Berechnung der Lichtgeschwindigkeit könnte die Foucaultsche oder die Fizeausche Methode dienen. Die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit hat bereits die zu diesem Versuche erforderliche Genauigkeit erreicht (s. Jahrb. I, S. 74, II, S. 127); es wäre also wohl möglich, daß der Versuch gelänge.

Sonnenenkel.

Mit Entdeckungen wie der vorstehend geschilderten am Kastor haben wir aber immerhin das Bild eines solchen riesigen Gestirnsystems erst in seinen allergröbsten Zügen, und darüber hinaus werden wir ohne neue, jetzt noch gar nicht zu ahnende physikalische Hilfsmittel der Forschung kaum gelangen. Setzt doch unser eigenes Sonnensystem den Bemühungen, die feinsten Details seines Baues zu ermitteln, einen Widerstand entgegen, von dessen Hartnäckigkeit der Nichtastronom sich selten die richtige Vorstellung macht; nur in zähestem Ringen mit allen Mitteln der wissenschaftlichen Technik gelingt es, Erfolge zu erzielen, wie sie das Jahr 1905 in unerwartetem Maße gebracht hat. Es war ein Jahr der Mondentdeckungen.

Schon im vorigen Jahrbuch (III, S. 20 und 21) konnte die Entdeckung eines sechsten Jupitertrabanten und eines neunten Saturnmondes noch kurz angedeutet werden, im Februar 1905 wurden Nachrichten von einem siebenten Jupitermond und bald darauf von einem zehnten Saturnbegleiter laut, so daß diese beiden Großherren der Planetenwelt einem wahrhaft fürstlichen Gefolge gebieten. Im Saturnsystem vermutete man schon lange außer den bekannten noch ganz winzige Monde, da die Abstände seiner acht Trabanten Lücken, entsprechend der Planetenlücke zwischen Mars und Jupiter, zeigen. Doch wollte ihre Entdeckung selbst von der äußerst günstig gelegenen Arequiba-Station in Peru aus nicht gelingen. Erst nachdem hier ein von Miß Bruce gestiftetes pho-

tographisches Teleskop mit 24zölligem Doppelobjektiv aufgestellt war, erneuerte der Amerikaner W. H. Pickering hier seine Versuche und fand endlich auf Platten vom August 1898 äußerst matte Fleckchen, die einen neuen Mond zu verraten schienen. Auf anderen, früheren und späteren Platten waren sie jedoch nicht zu entdecken. Das ließe sich vielleicht dadurch erklären, daß Saturn sich im August nahe dem Punkte seiner Bahn befand, wo er, also auch sein Trabant, scheinbar stillsteht. Um diese Zeit kann sich das Licht des Trabanten am besten auf der Platte fixieren, während zu Zeiten rascher scheinbarer Bewegung die Monde des Planeten alle in Strichform erscheinen, der Strich aber, den ein sehr schwacher Trabant auf der Platte einzeichnet, seiner Mattheit wegen höchstwahrscheinlich unbemerkbar bleiben wird.

Im August des folgenden Jahres wurden auf der Arequiba-Sternwarte zwar auch wieder Saturnaufnahmen gemacht, aber der Planet stand damals gerade in der Milchstraße, so daß es zwecklos erschien, unter den unendlich vielen kleinen Sternchen — über 20.000 auf den Quadratgrad — nach dem verlorenen Möndchen zu suchen. Doch fanden sich unter den Saturnaufnahmen vom August 1897 bis zum September 1902, die sämtlich mit dem Bruce-Fernrohr gemacht waren, endlich 38 brauchbare Platten, aus denen Pickering eine sehr exzentrische Bahn des von ihm als Phöbe bezeichneten Mondes berechnete.

1904 sollte nun die Probe auf das Exempel gemacht werden. Auf einer im April und Mai gemachten Reihe von Aufnahmen fand sich der vermeintliche so gut berechnete Trabant anfänglich gar nicht. Endlich aber führte eine neue eingehende Prüfung dieser Platten zur Entdeckung des Mondes, aber — an einem zehn Bogenminuten von der Rechnung abweichenden Orte. Ist dieses neue Gestirn, das auch in fünf Novembernächten desselben Jahres auf der Lick-Sternwarte photographiert sowie im August und September 1904 auf der Yerkes-Sternwarte beobachtet ist, mit dem früher entdeckten identisch? Nur ein Teil der älteren Stellungen paßt zu diesen neueren Beobachtungen. Wenn Phöbe wirklich ein Saturnmond ist, so beträgt ihre Umlaufszeit 546·5 Tage, ihre mittlere Entfernung vom Saturn 200 Halbmesser des letzteren oder fast 13 Millionen Kilometer. Die Bahnexzentrizität (Abweichung der Bahn vom Kreise) betrüge 0·22 und entspräche einem starken Wechsel des Mondabstandes vom Saturn, also auch einer bedeutenden Veränderung der Helligkeit. Vom Planeten aus gesehen würde der Mond, wenn er am nächsten steht, als Stern fünfter, wenn am entferntesten, als Stern sechster Größe leuchten.

Nun gibt es aber für diese von Pickering als Saturnmond gedeuteten Körperchen noch eine andere Erklärung, auf welche A. Berberich aufmerksam gemacht hat.*) Dieser meint, es könne hier sehr wohl die Verwechslung mit einem Planetoiden vorliegen. Die Zahl der kleinen Planeten wird mit abnehmender Lichtstärke offenbar immer größer. Solche bis zur mittleren Helligkeit der Sterne 14. Größe dürfte es etwa 1000 geben, photographisch noch erreichbare vielleicht 10.000. Daher werden sehr kleine oder auch sehr ferne Planetoiden 16. bis 17. Größe mit den stärksten photographischen Fernrohren überall aufzufinden sein, also auch in der scheinbaren Nähe des Saturn. Sicherlich laufen auch einige Planetoiden über den Kreis der Jupiterbahn hinaus, und deren Bewegungen jenseit des Jupiter können zeitweilig sehr wohl der Bewegung des Saturn ähnlich sein. Die Deutung eines solchen Planetoiden als neuer Saturnmond wäre daher leicht möglich und sehr verzeihlich, könnte aber nicht lange aufrecht erhalten werden; denn infolge der ungleichen Bahnlänge und Geschwindigkeit würde der vermeintliche Mond dem Saturn bald entlaufen.

Ebenso verhält es sich mit Jupiter, bei dem ein Planetoid (499) namens Venusia leicht einen neuen Mond vortäuschen könnte. Wenn er nämlich, in seiner Sonnenferne befindlich, zugleich dem Jupiter am nächsten kommt, dann ist sein Lauf, von der Sonne gesehen, dem des Jupiter fast parallel, während er von der Erde aus betrachtet um den Jupiter hin und her zu pendeln scheint. Gibt es aber einen solchen Planeten, so kann es deren auch noch mehrere, vielleicht schwächere, geben, die sich der Jupiterbahnebene ebenso oder noch mehr anschmiegen. Bei dem im Januar 1905 entdeckten sechsten Jupitermond würden Stellung und Bewegung gegen Jupiter denen der Venusia nahe entsprechen. Obwohl 60 Millionen Kilometer diesseit des Jupiter laufend, würde sich Venusia mehrere Jahre hindurch innerhalb eines oder zweier Grade östlich und westlich von dem großen Planeten hin und her bewegt haben. Zurzeit befindet sie sich nun freilich in einer ganz anderen Gegend ihrer Bahn, kann also mit den anscheinend entdeckten beiden Jupitertrabanten nicht verwechselt werden. Wenn aber die hier vorausgesetzte Konjunktion mit dem Jupiter einmal eintritt, könnte sie leicht zeitweise zu der Vermutung führen, es sei ein neuer Jupitermond entdeckt.

So kann auch die weitere Verfolgung und Berechnung der im Jahre 1904 andauernd beobachteten Phöbe, des neuen Saturnmondes, noch zu Überraschungen führen. Es wäre, schreibt Berberich, gewiß eine ebenso wertvolle Entdeckung: die eines transjovianischen Planetoiden wie die eines weit abstehenden Saturnmondes. Auch an sonnenferne Kometen, auf denen vorübergehend eine schwache Lichtentwicklung stattgefunden hätte, könnte man denken.

Der ebenfalls von Pickering entdeckte zehnte Satellit des Saturn scheint den Planeten in 21 Tagen zu umkreisen und ungefähr so weit von ihm entfernt zu sein wie Hyperion, nämlich $1^1/_2$ Millionen Kilometer; doch ist seine Identität mit letzterem ausgeschlossen, da beide auf derselben Platte sichtbar sind. Er bleibt hinter Hyperion, dem kleinsten und lichtschwächsten der früher bekannten acht Saturnmonde, noch um drei Größenklassen zurück. Man hat es also mit einem äußerst feinen Lichtpünktchen zu tun, dessen Spur die photographische Platte gerade noch verrät.

*) Naturwiss. Rundschau, 20. Jahrg. (1905), Nr. 4.

Die Beobachtung der beiden neuen Jupitermonde verdanken wir besonders dem Astronomen C. D. Perrine.*) Den sechsten hat er mit dem Crossley-Reflektor mühelos in 10 Minuten photographiert, der siebente, weit schwächere, wurde nachträglich bei Durchsuchung älterer Platten entdeckt, doch lassen Beobachtungen vom 21. und 22. Februar 1905 keinen Zweifel darüber, daß er zu Jupiter gehört. Den ersteren beobachtete Perrine vom 3. Dezember 1904 bis zum 22. März 1905, den letzteren vom 2. Januar bis 9. März 1905. Der sechste Satellit bewegt sich in der Richtung der fünf inneren in einer Periode von 242 Tagen um den Jupiter. Seine Exzentrizität (Abweichung von der Kreisbahn) ist bedeutend. Der Winkel, den seine Bahnebene mit der Äquatorebene des Planeten bildet, beträgt etwa 30 Grad, sein mittlerer Abstand vom Jupiter etwa 7 Millionen Meilen (engl.). Den Durchmesser hat man, nach der Helligkeit, auf 100 miles (152 Kilometer) oder weniger geschätzt.

Der Kreislauf des siebenten Mondes scheint sich in ungefähr 200 Tagen zu vollziehen, sein mittlerer Abstand vom Hauptkörper 6 Millionen Meilen (engl.) zu betragen, während die Exzentrizität gleich 0·36 ist. Wie beim sechsten Trabanten ist seine Bahnebene in einem Winkel von etwa 30 Grad zur Äquatorebene des Jupiter geneigt. Das merkwürdigste an ihm ist jedoch, daß seine Bewegungsrichtung der aller sechs übrigen Satelliten entgegengesetzt zu sein scheint. Der Durchmesser beträgt, bei einer nach photographischer Schätzung festgestellten Helligkeit 16. Größe, nur ungefähr 35 Meilen.

Auch Perrine meint, die Bewegung dieser beiden Monde deute an, daß sie nicht von Anfang an zum Jupiter gehörten, sondern gelegentlich eines nahen Vorüberganges von diesem Riesen der Planetenwelt, dessen mächtiger Einfluß auf nahekommende Kometen ja schon so häufig erwiesen ist, eingefangen worden seien. Ein solches „Einfangen" hält nun freilich A. Berberich für tatsächlich unmöglich oder doch nur in dem Falle für zuzugeben, daß der fremde Körper auf den Jupiter herabstürzt und damit seine kosmische Selbständigkeit einbüßt.

Am 28. Januar 1905 glückte es dem Astronomen R. G. Aitken, den sechsten Trabanten mittels eines 36zölligen Refraktors zu sehen. Er ließ sich leicht in der durch die Photographie ermittelten Stellung entdecken und bewegte sich entsprechend der nach den Photogrammen berechneten Geschwindigkeit. Bei dieser Gelegenheit ist die Frage aufgeworfen worden, ob einige der Jupitermonde auch mit bloßem Auge sichtbar seien. Da nach den Helligkeitsmessungen der hellste Trabant, der dritte in der Reihe, nahezu fünfter, der äußerste, vierte, etwas schwächer als sechster Größe ist, während zwei andere ungefähr die Mitte dazwischen halten, so müßte es unter günstigen Umständen möglich sein. Denn ihre Helligkeit entspricht dem Lichte von Sternen, die für ein normales Auge zwar schon an den Grenzen der Sichtbarkeit liegen, von geübten Beobachtern vielfach aber noch leicht erkannt werden. Wenn sie trotzdem von den Alten, insbesondere von den sternkundigen Chaldäern, trotz des klaren Himmels jener Breiten nicht entdeckt sind, so liegt das an der Blendung des Auges durch die intensiven Strahlen des glänzenden Planeten selbst. Es gibt jedoch Augen, welche die an Gestirnen so störende Aureole nur in ganz geringem Maße wahrnehmen, und im Besitz eines solchen Auges wird man sicherlich den einen oder anderen der Jupitertrabanten erkennen. So sah am 1. November 1903 der Astronom Dr. Möller auf einer Reise im Stillen Ozean gemeinsam mit einem der Schiffsoffiziere links neben Jupiter ein Sternchen, das sich nach Ausweis des Nautical Almanac als sein dritter Mond entpuppte. Doch nur bei sehr klarer Luft dürften Beobachtungen gleicher Art für Besitzer sehr vollkommener Sehwerkzeuge in unseren Breiten möglich sein.

Zuverlässige Messungen über die Rotation des ersten und zweiten Jupitertrabanten unternahm seit Beginn des Jahres 1905 Dr. P. Guthnick auf der Bothkamper Sternwarte. Es zeigten sich auf der Oberfläche der Trabanten regelmäßige Helligkeitsänderungen, deren Perioden gleich den Umlaufszeiten der beiden Körper um den Planeten sind, so daß sich aus ihnen mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Gleichheit der Rotations- und der Umlaufszeit schließen läßt.

*) Astron. Nachrichten, Nr. 4002, 4014—4015, 4035.

Wahrheit und Irrtum aus der Planetenwelt.

Wenden wir uns von den Enkeln zu den Kindern der Sonne, so findet unser Wissensdrang auch da viele unerwünschte Lücken und Zweifel. Laut einer Zeitungsnachricht hat die Pariser Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1905 einen Preis von 100.000 Franken ausgesetzt für ein Mittel zur Verständigung mit den Bewohnern eines anderen Himmelskörpers, ausgenommen des Planeten Mars. Die gelehrten Herren werden wohl wissen, daß ihr Geld keiner Gefahr ausgesetzt ist. Weshalb sie aber den armen Mars hors de concours gesetzt haben, weiß ich wirklich nicht. Oder sollten sie durch die Ausführungen des Astronomen Cerulli*) überzeugt worden sein, daß die furchtbaren Martier tot sind beziehungsweise noch niemals gelebt haben?

Darauf laufen nämlich die Ausführungen Cerullis hinaus, der mit Hilfe der physiologischen Optik zu beweisen sucht, daß unsere bisherigen Anschauungen vom Mars, unsere ganze Areographie keinen Pfifferling wert ist. Wir kennen die wahre Gestalt und das natürliche Aussehen der Marsflecken noch gar nicht. Alles was wir wissen ist, daß die Flecke an gewissen Stellen reichlich und an anderen seltener vorhanden sind. Die berühmten Halbkugeln Schiaparellis stellen gar nicht die wahren Marsflecken dar, sondern geben nur die Maxima ihrer Verteilung an. Man könnte die ganze moderne Marsforschung als ein wunderbares Kapitel der Physiologie betrachten, mit der Überschrift: Die Entstehung einer Vision, das heißt die Vision von Dingen, die an den Grenzen der Sicht-

*) L'image du Mars. Astron. Nachr., Nr. 4007.

barkeit stehen und infolgedessen sich nicht umgrenzen lassen, während das Auge sich nichtsdestoweniger anstrengt, sie fest zu umschreiben. Cerulli hat diesen Vorgang durch Vergleichung der ersten, uns so unvollkommen erscheinenden Marskarten mit ihren Nachfolgern des näheren festgestellt. Wie ist das Auge dahin gelangt, an Stelle einer Gruppe sehr schwacher Flecken nur noch einen einzigen wohlbegrenzten zu sehen? Um dieses Ziel zu erreichen, begnügt es sich nicht, die Zwischenräume zwischen den Flecken zu unterdrücken, sondern schreitet noch zu einer viel gefährlicheren Operation. Es addiert die Stärken aller Flecken der Gruppe und verlegt ihre Summe in einen Schwerpunkt, der gar keine physische Beziehung mehr zu den Flecken der Gruppe hat, ja sogar ganz außerhalb jedes Fleckens sich befinden kann. Da ist die Illusion. Ein mathematischer, gedachter Punkt, der Schwerpunkt, tritt in die Erscheinung, wird selbst ein Flecken, während die wirklichen Flecken — verschwinden.

auf das Auge, sondern es sind Phantome, die sich, dank der Entfernung, an die Stelle der wirklichen, durch die Entfernung unendlich geschwächten Objekte schieben. Hier hätten wir demnach eine wissenschaftliche Bestätigung der durch das Schulknaben-Experiment anscheinend festgestellten Nichtexistenz der Marskanäle (s. Jahrb. III, S. 17).

Das Bild des Mars also, das sich mit Hilfe der astronomisch-physiologischen Optik ergeben wird, wird sich durchaus, seinem Wesen nach, von den uns heute so geläufigen Planisphären unseres Planeten unterscheiden. Nichts da von Meeren und Festländern, von Buchten und Kanälen! Lebt wohl, ihr bewunderten und gefürchteten Martier! Unsere Techniker und Ingenieure, die ihr durch gigantische Be- und Entwässerungsanlagen in den Schatten stelltet, atmen erleichtert auf: ihr sollt ihnen fürderhin nichts mehr vormachen! Oder doch?

Kommt da nämlich fast unmittelbar nach der Veröffentlichung Cerullis ein Telegramm aus



1903 Februar 20.



1903 März 13.



1903 März 13.

Änderung der Marsoberfläche und ihrer Kanäle mit der Jahreszeit. (Nach Lowell.)

Es sei hier nicht weiter auf die Faktoren eingegangen, denen nun die Fleckenillusionen ihre genauen Umrisse verdanken. Es genüge nur zu sagen, daß die Gruppen der wirklichen, schwachen Flecken nicht nur auf den ältesten Marskarten zu finden sind, sondern auch von jedem Beobachter des Mars anfänglich so gesehen werden; und erst allmählich, und zwar bei dem ungeübten Beobachter langsamer als bei dem erfahrenen, stellen sich die Illusionen ein.

Nicht anders verhält es sich mit den Kanälen und ihren Verdoppelungen, deren Entstehung Cerulli folgendermaßen charakterisiert: zuerst eine lange Reihe von Schatten an der Grenze der Wahrnehmbarkeit, sodann ein einziger „Kanal" längs der Achse der Reihe, und drittens zwei parallele Kanäle. Bei einigen wenigen Gelegenheiten hat sich diese Vision vor Cerullis Augen zurückverwandelt: die beiden Linien sind verschwunden, nicht um, wie gewöhnlich, der ersten Wahrnehmung wieder Platz zu machen, sondern es erschienen dann drei oder vier breite Flecken, welche in nichts geometrischen Figuren glichen.

Mit allen diesen Irrtümern ins Reine zu kommen und aufzuräumen, dazu muß die physiologische Optik, das heißt die Lehre vom Sehen, soweit es durch die Natur des Auges bedingt ist, der Astronomie helfen. In ein Längen- und Breitennetz die am Mars gemachten Beobachtungen eintragen, das heißt noch keine Karte des Planeten machen. Diese Ergebnisse der Beobachtungen sind nicht der getreue Ausdruck der Wirkung so entfernter Dinge

Boston, daß die Photographie zahlreicher Marsobjekte durch den Astronomen Campland gelungen ist.*) Allerdings sind die Photographien so schwach, daß die „Astronomischen Nachrichten" von ihrer Wiedergabe Abstand nehmen, da die vielen feinen Details auf der Reproduktion nicht zum Ausdruck kommen würden. Aber kurz vor der photographischen Aufnahme ist die Marsoberfläche am Fernrohr gezeichnet worden, und der Vergleich der Negative mit der Zeichnung läßt auf dem photographischen Bilde mehrere Regionen (Syrtis Major, Mare Erythräum, Mare Icarium, Hellas, Nordpolarkap), viele Kanäle (Nilosyrtis, Pyramus, Casius, Protonilus, Pierius, Vexillum u. a.) sowie eine Oasis (Lacus Ismenius) wiedererkennen, einige auf mehr als zwanzig Negativen.

Drei Punkte sind nach Percival Lowell dabei hervorzuheben: daß Kamera und Auge übereinstimmend die Existenz der Kanäle bezeugen; daß sie sie übereinstimmend als Linien darstellen und daß beide dies unter gleicher Rücksicht auf die störenden Luftwellen und durch bezügliche Ausschaltung derselben zu stande bringen. Wir sehen also, Mars wehrt sich seiner Haut, und wir dürfen es den Astronomen deshalb nicht verübeln, wenn sie sich mit diesem dankbaren Forschungsobjekt auch weiterhin beschäftigen.

*) Astron. Nachr., Nr. 4035. Die Photographien, von der Größe eines Chemisettknopfes, zeigen zwar dunkle und helle Partien, verraten aber dem unbewaffneten Auge von den nachstehend bezeichneten Objekten nichts!

Lowell, der sich auf seinem sehr günstig gelegenen Observatorium zu Flagstaff in Arizona dem Studium des Mars hingebend widmet, hat die Untersuchung der Kanäle hinsichtlich ihrer Veränderung nach den Jahreszeiten des Planeten in Angriff genommen und gibt einen Bericht über seine Resultate während der Oppositionszeit des Mars im Jahre 1903.*) Auf Grund seiner Beobachtungen an 85 Kanälen, deren jeden er durchschnittlich hundertmal geprüft hat, und an der Hand von 375 vollständig ausgeführten Zeichnungen der Marsscheibe kommt er zu folgendem Ergebnis:

Die in gleicher Breite gelegenen Marskanäle ändern ihre Sichtbarkeit in gleicher Weise, und zwar tritt, wenn man vom Nordpol zum Äquator fortschreitet, das Minimum der Sichtbarkeit immer später ein. Es spricht sich in der äußeren Erscheinung der Kanäle eine ebenso deutliche jahreszeitliche Änderung aus, wie man sie bei den hellen Polarflecken als Zu- und Abnahme schon längst kennt. Die Kanäle wurden um so schlechter sichtbar, je weiter nach Norden die Sonne fortschritt; nach der Sonnenwende wurden sie wieder besser sichtbar, und zwar zunächst die nördlichsten und allmählich, fast gleichmäßig zum Äquator fortschreitend, die südlicheren. Hierin sieht Lowell eine Stütze für die Ansicht Pickerings, daß die Kanäle Streifen vegetabilischer Entwicklung sind, die durch das Schmelzwasser des Polareises stets neu belebt werden. Da das Wasser aber nach Lowells Ansicht infolge der Gestalt des Mars nicht notwendig dem Äquator zufließen müsse, so hält er die Kanäle überdies für künstlichen Ursprunges. Damit würde es ganz gut übereinstimmen, wenn Lowell am 25. Mai den ersten Schneefall dieses Marswinters und als seine Folge die Bedeckung weiter Landstrecken mit Neuschnee beobachtet haben will. Wo Polareis und Wasser, muß auch Schneefall zur Erscheinung kommen.

Nun hat aber Prof. Poynting in einer Mitteilung an die British Association eine Berechnung der Temperatur des Mars gegeben, die alle diese schönen Aussichten zu Schanden macht, indem sie nicht viel Wahrscheinlichkeit gibt, daß wir es auf seiner Oberfläche mit zeitweise fließendem, zeitweise gefrierendem Wasser zu tun haben.**) Die mittlere Temperatur der Ausstrahlungsoberfläche der Sonne auf 6000° C angenommen, herrscht im Abstande des Merkur von der Sonne 210 Grad Hitze, fast hinreichend, um Zinn schmelzen zu lassen. Auf der Venus könnte kein fröhlicher Zecher gedeihen, denn die allda herrschende Temperatur von + 85 Grad würde den Alkohol sieden lassen. Auf dem Mars müßte schon arktische Kälte herrschen; denn dort kann, da die atmosphärischen Verhältnisse von denen der Erde nicht viel abweichen, die am Äquator herrschende Temperatur nicht viel größer als — 38° C sein. Poynting betont daher, daß es sehr unwahrscheinlich sei, daß die auf den Marspolen gelegentlich sichtbaren weißen Flecke Polarkappen von gefrorenem Wasser sind, das sodann während des Sommers flüssig werde und Flüsse und Kanäle fülle. Wenn nicht die Verhältnisse auf dem Mars von denen auf der Erde sehr verschieden sind, muß seine ganze Oberfläche ständig eine tief unter dem Gefrierpunkte liegende Temperatur besitzen — eine Berechnung, die an sich ganz richtig sein mag, mir aber die vielleicht doch mildernde Eigenwärme des Planeten nicht zu berücksichtigen scheint.

Vom Mars, dessen Oberflächenverhältnisse demnach noch lange nicht so geklärt sind, wie es eine Zeitlang scheinen durfte, wenden wir uns dem Saturn mit seinem merkwürdigen Ringsystem zu, von dem ein Teil stets im Schatten des Planeten gelegen ist. Da der Schatten des Saturn von der Sonne erzeugt wird, so müßte er, den Saturn als vollkommene Kugel angenommen, in einem Kreiskegel enthalten sein, der die beiden Kugeln von außen einschließt. Lägen ferner die Ringe des Saturn genau in einer Ebene, der des Saturnäquators, so schnitte diese Ebene den Kegel in einer Ellipse, deren konkave Seite natürlich dem Schatteninnern zugewandt wäre. Somit sollte der Saturnschatten, der auf den Ringen sichtbar wird, nach außen konvex sein. Schon früher aber ist bisweilen das Gegenteil beobachtet worden und im Oktober und November 1904 zeigte sich der nach außen konkave Schattenwurf auf den Ringen besonders auffällig.

Der Grund für dieses abweichende Verhalten kann nur darin liegen, daß zu der angegebenen Zeit die Ringe nicht genau in einer Ebene lagen, sondern in ihrer Mitte emporgewölbt waren. Da sie aus Schwärmen kleiner Körperchen bestehen, so ist eine solche Emporwölbung leicht möglich, und verursacht wird sie durch die Saturnmonde. Diese beschreiben Bahnen, die gegen die Ringebenen beträchtlich geneigt sind, und infolge ihrer wechselnden Abstände senkrecht zu dieser Ebene müssen die Ringkörperchen entsprechend seitlich abgelenkt werden. Die wechselnden Stellungen der Monde lassen auch den Ort und die Größe der Ringwölbungen wechseln, und so erklärt sich ungezwungen, weshalb die Konvexität des Saturnschattens nur zeitweise sichtbar wird. Nach den Schätzungen Dr. Guthnicks auf der Sternwarte des Herrn v. Bülow-Bothkamp erhoben sich zur angegebenen Zeit die Ringteilchen bis zu 3000 Kilometer, das ist etwa um Monddurchmesser, über die mittlere Ringebene, und es erscheint höchst beachtenswert, in welchem Grade schwankend und doch zugleich konstant ein solches System sein kann.

Diese Ausführungen gewinnen noch an Interesse, wenn wir bedenken, daß auch die Sonne von einer Art Ringsystem umgeben ist, das wir freilich von unserem allzu nahen Standpunkte als ein solches nicht erkennen. Es ist der Planetoidenring, der höchst wahrscheinlich aus Millionen sehr kleiner Körperchen und wenigen tausend größeren besteht; von letzteren waren bis Anfang August 1905 570 entdeckt. Die gewaltigen Störungen, denen, nach der unregelmäßigen Bahn mancher dieser Asteroiden zu schließen, dieses Ringsystem ausgesetzt ist, werden wohl der Anlaß sein, daß auch in unsere Atmosphäre hin und wieder ein Splitterchen des großen Ringes in Form eines Meteoriten oder

*) Proceedings of the Amer. Philos. Society, Bd 42.

**) Das Weltall, 5. Jahrg., Heft 14.



Saturn und sein Ringsystem.

eines Leuchtmeteors gerät. Denn daß letztere sämtlich von aufgelösten oder in Auflösung begriffenen Kometen abzuleiten seien, ist keineswegs erwiesen.

Eine der glänzendsten Erscheinungen dieser Art war das große Meteor vom 2. November 1903, dem der Meteorforscher v. Nießl eine eingehende Studie gewidmet hat.*) Das erste Aufleuchten dieses in früher Morgenstunde (4 Uhr 43 Minuten mittl. Wiener Zeit) niedergegangenen, durch seine außerordentliche Lichtstärke auffallenden Meteors wurde wahrgenommen, als es sich ungefähr 155 Kilometer hoch über der Gegend von Schönsee in Bayern befand. Von hier ging seine Bahn nahezu Ostnordost quer über Böhmen bis über Weignitz südlich von Breslau, wo in 61 Kilometer Höhe völlige Hemmung und Erlöschen stattfand. Fast über der Hälfte dieser etwa 380 Kilometer langen Bahn blieb ein breiter, einige Minuten rotglühender, leuchtender Streifen zurück. Die Geschwindigkeit des Körpers betrug, auf den Erdmittelpunkt bezogen, 63·3 Kilometer, die heliozentrische 67 Kilometer, entsprechend einer sehr ausgeprägten Hyperbel. Aus dieser Geschwindigkeit ergibt sich der kosmische Ausgangspunkt des Meteors in 13·7⁰ Länge und 23·6⁰ südlicher Breite, und es ist merkwürdig, daß aus ungefähr derselben Weltgegend der am 19. November 1861 in England beobachtete große detonierende Meteorfall gekommen ist, so daß die Zusammengehörigkeit der beiden Körper eine gewisse Wahrscheinlichkeit besitzt.

Wo das Auge und die Photographie nicht mehr ausreichen, uns über die physikalischen Zustände auf unsere Planeten zu belehren, greift helfend die Spektralanalyse ein. Sie vermag selbst noch einiges Licht über die physikalischen Zustände auf dem Uranus und Neptun zu verbreiten.**) Das Uranusspektrum zeigt keine Abweichung vom Sonnenspektrum und enthält eine Linie, welche die Gegenwart von Helium auf dem Uranus verrät. Die Atmosphäre des Neptun scheint sich beträchtlich weiter ins Weltall zu erstrecken als die Uranushülle; der Dunstkreis beider enthält freien Wasserstoff, und zwar der des Neptun am reichlichsten. Auch scheinen noch andere, dem Wasserstoff und Helium ähnliche, bisher in Sternspektren nicht beobachtete leichtere Gase vorhanden zu sein. Die Temperatur in Neptunsferne beläuft sich auf — 219⁰ C, ausreichend, um den Stickstoff gefrieren zu lassen.

Wenden wir uns schließlich zu den flüchtigen Gästen unseres Sonnensystems, den Kometen! J. F. H. Schulz*) glaubt mit ihrer Hilfe nachweisen zu können, daß die Sonnenkorona in unmittelbarer Nähe der Sonne durchaus nicht jene allgemein angenommene sehr geringe Dichte habe; denn an den Kometen 1843 I und 1882 II habe man nach ihrem Durchgang durch die Korona einen ungewöhnlichen Glanz wahrgenommen, dessen Entfaltung wahrscheinlich in ähnlicher Weise durch den Widerstand der Korona zu stande gekommen sei, wie das helle Aufleuchten eines Meteors bei seinem Eindringen in die Erdatmosphäre.

Über die physische Beschaffenheit der Kometen wissen wir immer noch sehr wenig, so daß jede dahin zielende Beobachtung willkommen geheißen werden muß. Die Helligkeit des Kometen 1904 I erlaubte dem Astronomen C. W. Wirtz, mit dem großen Refraktor der Universitätssternwarte zu Straßburg Beobachtungen über seine Beschaffenheit und Lichtstärke zu machen.**) Danach zeigte der Kern des Kometen im Laufe der Sichtbarkeit des Kometen große Veränderungen. Zu Anfang, im zweiten Drittel des April, erschien er deutlich gekörnt und unscharf begrenzt, so daß er sich am 24.

*) Wiener Akad. Anzeiger, 1905, Nr. 7.
**) Nature, Bd. 70, S. 390.

*) Physikal. Zeitschr., Bd. 6, Nr 4.
**) Astron. Nachr. Nr. 4002 (1905).

und 26. April nur als starke körnige Lichtanhäufung, am 28. kaum noch als schwache Verdichtung gegen die Mitte zeigte. Nachdem er dann am 3. Mai wieder scharf gesehen worden, zerfiel am 4. die unregelmäßig gestaltete Kernscheibe in mehrere Körner, um tags darauf wieder ein fixsternartiges Aussehen anzunehmen. Dieser Wechsel wiederholte sich mehrmals. Am 19. Juli nahm die zuvor schlecht umrissene Kernscheibe wieder eine befriedigende Genauigkeit an, die bis etwa Mitte September bei abnehmender Lichtstärke bestehen blieb, ausgenommen am 19. August, an dem kein Kern gesehen wurde; am 27. und 29. August blitzte um den eigentlichen Kern ein Kranz weiterer Lichtpünktchen auf. Am 5. September hatte sich das Kernchen ein wenig seitlich vom Mittelpunkt der Lichthülle gelagert und vom Oktober an wurde trotz aller Anstrengung ein Kern nicht mehr erkannt. Der Durchmesser des Kernes wurde auf 2400 bis 17.500 Kilometer (am 26. April beziehungsweise 15. Juli) geschätzt.

Im Gegensatze zum Kern zeigte sich die Kernhülle oder Koma von sehr beständigem Aussehen, was aber daher rühren mag, daß sich bei ihrer gänzlich verschwommenen Begrenzung Änderungen, abgesehen vom Durchmesser, kaum hätten erkennen lassen. Der Komadurchmesser schwankte zwischen 84.000 und 400.000 Kilometern (am 19. August beziehungsweise 17. September).

Der Schweif des Kometen entwickelte sich erst während der Erscheinung. Am 19. und 20. April zeigte sich nur ein schwacher, kurzer Ansatz, am 3. Mai ein ganz blasser, breiter, verwaschener Schweif, der am 14. eine deutlich fächerartige Figur und längs der Mittelachse einen dunkleren Kanal aufwies. Am 6. Juni prägten die helleren Partien von Koma und Schweif klar die Zwiebel- oder Gammafigur aus, von der sich die übrige Schweifmaterie scharf durch den Helligkeitssprung schied; sie bildete die gewöhnliche, mit wachsender Entfernung vom Kern allmählich verbreiterte Form. Am 6. Juli schien der Schweif in zwei fast parallele, von der breiteren Koma ausschießende Äste zu zerfallen, am 9. Juli zeigte sich wiederum die Zwiebelfigur, die diesmal allein den ganzen Schweif ausmachte, und am 3. August konnte der Schweif zum letztenmal als äußerst zartes, blasses Gebilde erkannt werden.

Eine umfangreiche Untersuchung widmet Prof. G. v. Nießl dem etwaigen gemeinsamen Ursprung dreier Meteoriten, von Stannern, Jonzac und Juvenas.*) Die Frage nach einer solchen Gemeinsamkeit des Ursprungs wurde nahegelegt durch die große mineralogische Übereinstimmung der drei Weltsplitterchen, wie sie von dem hervorragenden Meteoritenkenner Prof. Tschermak festgestellt war.

Der Meteoritenfall von Stannern in Mähren (21. Mai 1808) ist dadurch merkwürdig, daß seine Bahn im strengsten Sinne rückläufig war, indem die Feuerkugel aus der Gegend des Apex kam, das heißt aus dem Punkte des Himmelsgewölbes, dem die Erde zueilt. Der am 13. Juni 1819 morgens $5^3/_4$ Uhr bei Jonzac in Frankreich gefallene Steinhagel wurde von gewaltigen Detonationen begleitet und fand fast genau zu derselben Tageszeit wie der erste statt, holte aber die Erde aus der entgegengesetzten Richtung, nämlich nahezu vom Antiapex her, ein. Der Meteoritenfall von Juvenas in Frankreich fand am 15. Juni 1821 gegen 3 Uhr nachmittags gleichfalls unter heftigem Getöse statt.

Soweit sich die Bewegungsrichtungen und Neigungen der drei Meteoritenbahnen feststellen lassen, erscheint es ausgeschlossen, daß sie unmittelbar vor ihrem Zusammenstoß mit der Erde identische Bahnen verfolgt haben. Das schließt jedoch nicht aus, daß sie solche in weiterer Entfernung von der Erde besaßen. Bekanntlich tragen die Meteoriten den Charakter von Bruchstücken größerer Massen. Daraus und aus ihrer Zusammensetzung und ihrem Bau hat man Schlüsse auf ihre Entstehung gezogen. Sie könnten durch Zerfall oder explosive Zertrümmerung eines größeren (planetarischen) Weltkörpers oder durch vulkanische Eruptionen auf einem solchen entstanden sein. In letzterem Falle müßte der Planet jedoch in großer Ferne, weit über die unserer Beobachtung zugängliche Planetenregion hinaus, angenommen werden. Doch ist diese Annahme, welche die Rückläufigkeit des Meteoriten von Stannern am besten erklären würde, die am wenigsten wahrscheinliche. „Ohne Zweifel", schließt Prof. v. Nießl, „bleibt die Möglichkeit offen, daß die drei Meteoriten aus derselben Gegend des Weltraumes herrühren, und man kann durchaus nicht mit Sicherheit behaupten, daß sie ganz verschiedener Abkunft wären."

*) Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wissensch. zu Wien, Bd. 113 (1904), Heft 9, S. 1361—1419.

Meteorologische Aufgaben.

Überschauen wir, was die Forschung bisher über die Geschwister des Erdplaneten ermittelt hat, so möchte es kärglich scheinen, wenn wir nicht bedächten, daß unser entsprechendes Wissen von der Erde auch noch sehr im argen liegt, besonders hinsichtlich der Vorgänge und Bewegungen im Luftraum. „Das Studium der Witterungslehre geht, wie so manches andere, nur auf Verzweiflung hinaus. Die ersten Zeilen des Faust lassen sich auch hier vollkommen anwenden. Doch muß ich zur Steuer der Wahrheit hinzufügen, daß derjenige, der nicht mehr verlangt, als dem Menschen gegönnt ist, auch hier für angewandte Mühe gar schön belohnt werde. Sich zu bescheiden ist aber nicht jedermanns Sache. Hier wie überall verdrießt es die Leute, daß sie dasjenige nicht erlangen, was sie wünschen und hoffen, und da glauben sie gar nichts empfangen zu haben. Man müßte zum Beispiel vor allen Dingen auf das Vorauswissen und Prophezeien Verzicht tun, und wem ist das zuzumuten?"

So schreibt Goethe 1829 seinem alten Freunde Zelter,*) und wenn er sich heute über den Gegenstand zu äußern hätte, sein Urteil würde kaum wesentlich anders ausfallen. Und doch hatte er in dem Bestreben, auch in diesem Punkte zu möglichster Klarheit vorzudringen und mit der Natur ins Reine zu kommen, sich eine Wetterlehre geschaffen, von der manche Punkte auch heute noch Bestand haben dürften. Ein moderner Meteorolog, der

*) Goethes Briefwechsel mit Zelter, herausg. von Geiger, Bd. III, Nr. 627 und 603 (Reklam, Leipzig).

hervorragende Amerikaner A. Lawrence Rotch, betont in einem Vortrage über die Aufgaben der heutigen Meteorologie, daß in der Kunst der Wettervorhersage seit 50 Jahren keine Fortschritte zu verzeichnen sind. Doch hält er die Möglichkeit, zu haltbaren Wetterprognosen zu kommen, nicht für ausgeschlossen und gibt nach einer Schilderung der heutigen Forschungsmittel — Höhenstationen, Ballonaufstiege, Registrierballons, Drachenapparate mit Registrierinstrumenten — die Wege an, auf denen zuverlässigere Ergebnisse der Wettervorhersage zu erzielen wären.*)

Was gegenwärtig vor allem fehlt, ist eine genaue Kenntnis der Zustände der oberen Schichten der Luft und der physikalischen Eigenschaften der Atmosphäre. Als Gegenstände des Studiums an Untersuchungslaboratorien, die an ausgewählten Punkten, hohen wie niederen, zu errichten wären, nennt Rotch folgende: Bestimmung der uns von der Sonne zugehenden Wärmemenge und ihrer säkularen Veränderung — wenn eine solche vorhanden ist; das Strahlungs- und Absortionsvermögen der Luft; die Beziehung zwischen Druck, Dichtigkeit und Temperatur, die chemische Zusammensetzung der Luft, ihre Jonisierung und Radioaktivität, u. a.

Die durchschnittliche Zirkulation der unteren Atmosphäre ist genügend bekannt, und auch in den Kreislauf der Luft in größeren Höhen haben die internationalen Wolkenbeobachtungen einen gewissen Einblick erlaubt. Die Resultate dieser Beobachtungen ergaben, wie besonders Prof. Hildebrandsson gezeigt hat, daß die früher geltenden Theorien unhaltbar sind. Es besteht danach kein Luftaustausch zwischen den Polen und dem Äquator, die Zirkulation über den Ozeanen löst sich in mindestens vier große Wirbel auf, die oberhalb der Tropen sich erhebende Luft fließt über den Passat und steigt wahrscheinlich in den außertropischen Regionen nieder, während um jeden Pol eine selbständige zyklonische Zirkulation stattfindet. Indessen müssen noch viele Einzelheiten erforscht werden. Besonders die Bewegungen der großen Luftmassen, welche die Passatwinde und die fast wolkenlose Region der Kalmen überlagern, sind wenig oder gar nicht bekannt.

Auch hinsichtlich der Temperatur der Atmosphäre herrschen gegenwärtig andere Ansichten. Früher nahm man an, daß die Temperatur mit zunehmender Höhe immer langsamer abnehme und in einer Höhe von ungefähr 10 Meilen (engl.) im Winter wie im Sommer, über den Polen wie über dem Äquator unveränderlich bleibe. Die neuesten Forschungen lehren aber, daß die Temperatur zunehmend schneller abnimmt, wenn man in die Höhe steigt, und daß in den größten erreichten Höhen nicht nur eine große jahreszeitliche Verschiedenheit herrscht, sondern daß tägliche nichtperiodische Wechsel wie auf der Erdoberfläche vorkommen. Noch merkwürdiger ist die Entdeckung eines warmen Stromes in Höhe von etwa 7 Meilen (= 10·5 Kilometer), der Inversionsschicht.

Im Anschluß hieran sei, die Mitteilungen des amerikanischen Meteorologen ergänzend, eine Ausführung Dr. de Quervains über die tiefsten Temperaturen der Atmosphäre eingefügt.*) Während die niedrigste Temperatur an der Erdoberfläche bisher zu Werchojansk in Sibirien mit — 69·8° C beobachtet ist, hat man am internationalen Aufstiegstage des Dezembers 1901 in durchschnittlich 12.800 Meter Höhe Temperaturen von — 72·9, — 69·0, — 73·8, — 71·4° C gefunden. Es ist nach de Quervain ziemlich unwahrscheinlich, daß bei den Verhältnissen der hohen Atmosphäre über Mitteleuropa noch wesentlich tiefere Temperaturen in den Höhen bis 20 Kilometer gefunden werden könnten. Denn mit der Ankunft der Registrierballons in Höhen von 12 bis 13 Kilometern wird gewöhnlich, bald höher, bald tiefer, die obere Inversionsschicht (Umkehrungsschicht) erreicht. In dieser Schicht nimmt die Temperatur zunächst wieder zu, unter Umständen bis um 10 Grad, und die weitere Temperaturabnahme über der Inversionsschicht ist im Vergleich mit der Temperaturabnahme unter ihr so gering, daß der Betrag der Minimaltemperatur fast immer davon abhängt, wie bald jene starke Abnahme durch die Inversionsschicht abgeschnitten wird. Diese Schicht wird in barometrischen Depressionen schon in 8000 Meter Höhe, in Hochdruckgebieten erst in etwa 12.000 Metern erreicht. Demnach werden die tiefsten Temperaturen der höheren Schichten auch in Hochdruckgebieten getroffen werden, weil in diesen oben die Temperaturabnahme bis zu großen Höhen fortdauert.

Jenes geheimnisvolle Umkehrungsniveau, zuerst in Westeuropa beobachtet, zeigte sich auch nach Ballonaufstiegen in Moskau, also tief im Innern des Kontinents, nicht in wesentlich anderer Lage. Dagegen ergab sich bei einigen von L. Rotch in St. Louis am 25. Januar 1905 veranstalteten Aufstiegen Aßmannscher Gummiballons mit Teisserencschen Instrumenten in 14.800 Meter Höhe eine Temperatur von — 85·6 Grad, und zwar ebenfalls in einem Hochdruckgebiete.

Die Feststellung dieser um 12 Grad niedrigeren Minimaltemperatur deutet darauf hin, daß über dem nordamerikanischen Festlande tatsächlich Verhältnisse der höheren Schichten vorliegen, die von den unsrigen abweichen. Die Inversionsschicht hebt sich dort offenbar ebenfalls in der Antizyklone, aber entschieden bis zu größeren Höhen als bei uns. Daß die allgemeinen atmosphärischen Kreislaufsverhältnisse über Nordamerika von den unsrigen in wesentlichen Zügen abweichen, daß zum Beispiel die Strömungen der oberen Luftschichten viel weniger Beziehungen zur Luftdruckverteilung am Erdboden zeigen als bei uns, ist längst bekannt.

Kehren wir nach dieser Parenthese zu Rotch zurück. Als eine der wichtigsten und untersuchungswertesten Fragen bezeichnet er die, ob der Kern eines Zyklons den Temperaturüberschuß über den umgebenden Luftkörper besitzt, den die Theorie verlangt. Auch die Höhe ist zu erforschen, bis zu welcher sich ein Zyklon erstreckt, ferner muß die Theorie eines den Zyklon in der oberen Luft begleitenden Wirbels mit kaltem Zentrum geprüft werden.

*) Gaea, 41. Jahrg. (1905), Heft 7.

*) Aeronautische Mitteil., 1905, S. 153.

Ähnliche Untersuchungen sind noch erforderlich über die günstigen Bedingungen für Niederschläge und die Wirkung der Staubkerne auf deren Entstehen, über die Quelle der amerikanischen Kältewellen, über die Beziehungen der Gewitter und Tornados zu den Druck- und Temperaturzentren und schließlich über die Ursachen, die in der oberen Luft Zugrichtung und Geschwindigkeiten der Zyklone und Antizyklone beeinflussen. Dann erst dürfen wir eine Verbesserung der Wettervorhersagen erwarten.

Einen anderen Zweig der meteorologischen Forschung bilden die kosmischen Beziehungen der Atmosphäre. In die stets rätselhafte Ursache der atmosphärischen Elektrizität hat die Entdeckung der Jonen und Elektronen als Träger der Elektrizität einiges Licht gebracht. Es ist von Wichtigkeit zu wissen, wie die Fassungskraft der Luft für positive und negative Elektronen mit der Höhe sich ändert, und auch die periodischen und nichtperiodischen Schwankungen des Potentials (s. Jahrb. II, S. 86, Anm.) auf der Erdoberfläche zu kennen.

Versuche, alle atmosphärischen Erscheinungen als periodische und als durch Sonne und Mond beeinflußt zu betrachten, haben lange die Aufmerksamkeit hervorragender Forscher beschäftigt; doch ist in dieser Hinsicht noch wenig Sicheres festgestellt. Prof. Arrhenius verdanken wir die bemerkenswerte Verallgemeinerung, daß der Druck des von der Sonne ausstrahlenden Lichtes zugleich das Wegströmen der Kometenschweife, das Zodiakallicht und das Nordlicht verursache. Die Beziehung der Sonnenfleckenhäufigkeit, die eine etwa elfjährige Periode hat, zu atmosphärischen Veränderungen auf der Erde, wie sie sich besonders im barometrischen Druck, im Regenfalle und der Temperatur in Indien zeigen, ist untersucht, und der von Sir Norman Lockyer und seinem Sohne hier nachgewiesene Parallelismus scheint sehr bemerkenswert. Doch ist gerade dieser offenbar vorhandene Zusammenhang recht verwickelter Natur, wie eine Arbeit von O. V. Johansson in Helsingfors, „Über den Zusammenhang der meteorologischen Erscheinungen mit Sonnenfleckenperioden", zeigt.*) Es geht aus dieser Untersuchung hervor, daß dieselbe Ursache, die Zunahme oder Abnahme der Fleckenhäufigkeit auf der Sonne, für verschiedene Gebiete der Erde ganz verschiedene Wirkungen zeitigen kann, wobei ein einheitlicher klarer Grund für diese verschiedenen Folgen zunächst noch nicht zu ermitteln ist.

Denselben Gegenstand behandelt Dr. C. Easton in Rotterdam in einer Arbeit „Zur Periodizität der solaren und klimatischen Schwankungen".**) Auch hier kommen wir nur zu Ergebnissen schwankender Natur, was ja auch durchaus natürlich, da das Resultat ein anderes werden muß, je nachdem der Untersuchende die (an sich auch wieder sehr schwankenden) Fleckenperioden zu der Temperatur oder den Niederschlägen, zu der Temperatur weiter Gebiete oder eines begrenzten Landstriches, zu der Sommer- oder der Winterwärme in Beziehung setzt. Dennoch sind einige der Ergebnisse Eastons bemerkenswert.

*) Meteorol. Zeitschr., Bd. 22 (1905), Heft 4.

**) Petermanns Mitteilungen, Bd. 51 (1905), Heft 8.

Zwischen den Sonnenkurven (das heißt den graphisch dargestellten Schwankungen zwischen Fleckenmaximis und -minimis) und den Winterkurven besteht für längere Zeiten Übereinstimmung, indem die größere oder geringere Häufigkeit der kalten Winter im großen und ganzen der Fleckenhäufigkeit direkt proportional ist. Die Temperatur würde also sinken, je nachdem die Sonnenflecken zahlreicher werden. Die Kurve der kalten Winter verschafft wenigstens für die letzten drei Jahrhunderte das beste Bild des Einflusses, den die „großen" Schwankungen in der Sonnenwirksamkeit auf das Klima der ganzen Erde ausüben. Auch in der Dauer der vielen klimatischen Perioden, die von den verschiedenen Meteorologen berechnet ist und sich bei den meisten einem Vielfachen von elf Jahren nähert, spiegelt sich die elfjährige Sonnenfleckenperiode. Auch in der Wiederkehr und Gruppierung der strengen Winter findet Easton einen eigentümlichen Charakter; er nimmt an, daß dieser Typus sich nach rund 180 Jahren wiederholt. Im Mittel dieser 178jährigen Periode zeigt sich eine merkwürdige Einsenkung und es ergibt sich, daß sich die großen Perioden wieder in je zwei etwas verschiedene 89jährige und diese wieder in je zwei 44½jährige auflösen läßt, welch letztere jedoch nur noch in den „Wintern erster Klasse", den außerordentlich strengen, zu erkennen sind.

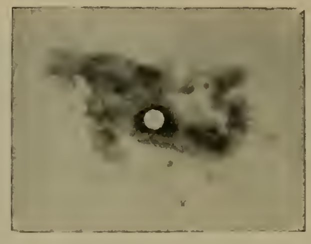


Photographie der Sonne mit großer Sonnenfleckengruppe (19. Oktober 1905).

Auf Grund dieser Untersuchungen und Tabellen scheint es möglich, die großen Züge der zu erwartenden Wintertemperatur bis in eine weitere Zukunft schon jetzt mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit festzustellen, zum Beispiel für jetzt einen Teilabschnitt mit außergewöhnlich wenig kalten Wintern, an deren Beginn wir uns jetzt befänden, vorherzusagen. Eine fortgesetzte Untersuchung der Erscheinungen auf der Sonne wird die Astronomen vielleicht zu Ergebnissen führen, die es ermöglichen,

den Grad der Genauigkeit solcher Wetterprognosen wesentlich zu steigern.

Es scheint nun aber nach den Untersuchungen Langleys und seiner Mitarbeiter am Smithsonian-Institut, daß die Stärke der Sonnenstrahlung noch in weit kürzeren Zeiträumen als der elfjährigen Periode schwankt.*) Innerhalb 17 Monate stellte man auf Grund dreier verschiedener Arten von Beweisen fest, daß die von der Sonne ausgehende Strahlung, vielleicht in Zwischenzeiten von wenigen Monaten, um Werte von nahezu oder ganz 10 Prozent



Umfang des großen Sonnenfleckens im Verholtnis zur Erde
Die weiße Kreisfläche stellt die Erde vor.

schwankt, und daß diese Schwankungen der Sonnenstrahlung Änderungen der Temperatur um mehrere Grade nahezu gleichzeitig über den großen kontinentalen Gebieten der Erde veranlassen können. Die Ursache dieser schnellen Fluktuation der Sonnenstrahlung kann vernünftigerweise nicht in einer Änderung oder Veränderlichkeit der Temperatur eines so ungeheuren Körpers wie die Sonne selbst gesucht werden; sie muß vielmehr in der wechselnden Wärmeverschluckung (Absorption) einer mehr oder weniger opaken (durchscheinenden), die Sonne umgebenden Hülle beruhen. Und in der Tat hat sich dieser Zusammenhang vollkommen deutlich ergeben. Die Beobachtungen der „Sonnenstrahlungskonstanten" im Februar 1904 zeigten, daß die Strahlungsgröße etwa 10 Prozent über der im August, September und Oktober gemessenen war, und anderseits zeigten die Messungen der Absorption der Sonnenhülle eine bedeutend geringere Absorption im Februar 1904 als im September 1903.

Da die Sonne, schreibt Rotch, die Quelle der Energie ist, so ist die Entdeckung einer Schwankung in der ausgeströmten Wärme von größtem Interesse. Ein allgemeines, internationales Komitee wird bald die meteorologischen Beobachtungen in ihrem Verhältnis zu den solaren Erscheinungen studieren, und dann werden wir vielleicht eine Wettervorhersage für Jahreszeiten besitzen, die wenigstens die Trefferzahl der jetzigen Tagesprognosen haben wird. Einst mögen dann vielleicht Vorhersagen für einige Jahre gewagt werden können, deren Wert, schon allein bezüglich des Ernteausfalles, unschätzbar wäre. Aber es bedarf noch mühsamer Untersuchungen durch berufene Männer und reichlicher Mittel, ehe praktische Erfolge aus der verbesserten Wettervorhersage hervorgehen können.

*) Meteorol. Zeitschr., Bd. 22 (1905), Heft 8.

Bei der großen Wichtigkeit, welche die Sonnenflecken für unsere atmosphärischen Vorgänge zu haben scheinen, hat es an Untersuchungen auch in jüngster Zeit nicht gefehlt. Th. Epstein hat die Ergebnisse von solchen aus den Jahren 1903 und 1904 veröffentlicht.*) Er sah an 221 Beobachtungstagen des Jahres 1903 nur 82, an 243 Tagen des folgenden Jahres schon 166 gesonderte Flecken. Nach dem Fleckenminimum in 1901 war der Februar 1903 der erste Monat ohne fleckenfreie Tage. Solche Tage kehrten jedoch noch im Mai und September wieder, die bis zur Hälfte ohne Flecken waren. Von dann bis zur Gegenwart waren alle Tage Flecken sichtbar, ausgenommen am 31. Januar 1904.

Die Fleckentätigkeit der Sonne nahm sehr unregelmäßig zu, in den Sommermonaten 1903 zeigte sie sich äußerst schwach, der Herbst stand dazu in starkem Gegensatz. 1904 traten April, August und Oktober als fleckenreich hervor, während Mai, Juni und September sehr im Rückstande blieben. Allmählich hat sich seit 1903 das Auftreten der Flecken dem Sonnenäquator genähert.

Gewaltige Sonnenflecken zeigten sich in der ersten Hälfte des Februar 1905. Sie traten in vier Gruppen auf, deren jede aus großen und kleinen Kernen zusammengesetzt war. Als eine dieser Gruppen am 3. Februar durch den Meridian ging, wurde in Vorpommern (Franzburg) ein großes Nordlicht beobachtet. Manche der Gruppen zeigten sehr schöne Fackeln, besonders die von Prof. Archenhold auf der Treptow-Sternwarte bei Berlin beobachteten und als A und D bezeichneten Gruppen vom 9. Februar. Anfang März 1905 ist der große Flecken, der das erwähnte Nordlicht hervorrief, wieder sichtbar geworden, das zweitemal, daß



Totale Sonnenfinsternis am 30. August 1905,
photogr. zu Tripolis.

sein Wiedererscheinen infolge der Sonnenrotation beobachtet ist. Freilich sind unterdessen große Veränderungen mit ihm vorgegangen.

Die Wettermächte.

Wenden wir uns von den allgemeinen Betrachtungen über die Bewegungen des Luftmeeres und ihre Ursachen zu den konkreten Wettererscheinungen, so ist zunächst ein Versuch, die Entstehung des Hagelwetters zu erklären, von L. Kronich erwähnenswert.**)

*) Astron. Nachr., 1905, Nr. 4037.
**) Jahrbücher der k. ungar. Reichsanstalt f. Meteorologie, 1904. — Gaea, 41. Jahrg. (1905), Heft 4.

In großen Zügen gibt vielleicht immer noch die sogenannte Voltasche Theorie die der Wirklichkeit am nächsten kommende Erklärung dieser Naturerscheinung. Danach wäre die zur Hagelbildung notwendige Temperaturerniedrigung eine Folge der überaus raschen Verdampfung von Wolkenpartien, wobei auch der Elektrizität eine wichtige Rolle zufällt.

Es existiert die treffende Beschreibung eines Hagelwetters von Prof. Marangoni, aus der sich fast schon eine Theorie der Hagelbildung ergibt. Ihr Inhalt ist kurz folgender: An schwülen Sommertagen, wenn die dampfreiche Luft fast gänzlich unbewegt ist, sehen wir übereinandergetürmte, dunkle, schwere Wolken drohend gegen das Zenit stürmen. Über ihren Köpfen bemerken wir Wolkenfasern, die sich von den mächtigen Kumulis gelöst haben, nach verschiedenen Richtungen fortziehen, um sich bald im reinen Himmelsblau aufzulösen, ein Zeichen, daß ein herabsteigender Luftstrom den Kampf mit dem aufsteigenden aufgenommen hat. Die Folge dieses Kampfes ist ein relativ heißer, trockener, stürmischer Wind in der Höhe, der die Oberfläche der Wolken beleckt, diese mit sich reißt und ausdehnt und in ihr förmlich eine Luftverdünnung bewirkt. In der verdünnten Luft verdampft das Wasser der Wolke auf Kosten der Wärme und durch den heißen Wind unterstützt so rasch, daß ein Teil des Wassers gefriert, womit dann die Hagelbildung eingeleitet ist.

Unter Null gekühltes Wasser wird an der Luft positiv elektrisch, trockenes Eis aber negativ. Dieser durch Versuche unterstützten Erfahrung bedienen sich die Vertreter der Voltaschen Auffassung zur Erklärung der Hagelbildung, indem sie annehmen, daß das negativ geladene Hagelkorn die positiven, untergekühlten Wassertröpfchen an sich zieht und so zu einer Größe heranwächst, welche je nach den herrschenden Verhältnissen oft recht bedeutend werden kann.

Kronich geht bei seiner Erklärung vom Bau und von der Beschaffenheit des Hagelkorns aus. Das einfachste Korn besteht aus einem zentralen Kern und ihn umgebenden Eishüllen. Der Kern besteht aus zusammengepreßten Schneekristallen, sein undurchsichtiges Weiß verdankt er den Luftbläschen und Luftschichten, welche die Kristalle voneinander trennen.

Diesen Kern umringen dichte, undurchsichtige kompakte Hüllen, die sich leicht von ihm abschälen lassen. Sie umgeben ihn nicht als ganze Kugelschalen, sondern eher in Blättern, die sich ungefähr wie Zwiebelhäute übereinanderlegen. Im Mikroskop sieht man, daß auch jede Hülle aus einer großen Schar von aneinandergereihten, durch Luftbläschen getrennten Eiszellen besteht. Diese Hüllen, welche den schneeigen Kern umgeben, sind die charakteristischen, es von den Graupeln unterscheidenden Merkmale des Hagelkorns.

Dieser Bau des Hagelkorns scheint zu verraten, daß wir es bei ihm mit zusammengeflossenen, momentan erstarrten Wassertröpfchen zu tun haben, was der Bedingung entspricht, daß die Tröpfchen sehr stark unterkühlt sein mußten. Barral und Bixio fanden in 2000 Meter Höhe tatsächlich Wolken, deren Wassertröpfchen eine Temperatur von —10 Grad und darunter besaßen, ohne ihren tropfbar flüssigen Zustand eingebüßt zu haben. Die geringste Erschütterung reicht bekanntlich hin, ein derartig untergekühltes Wasser in seiner ganzen Masse fast momentan erstarren zu lassen. Die Struktur der Eishüllen deutet auch darauf hin, daß sie durch momentanes Erstarren entstehen, indem die Hüllen aus unregelmäßig aneinandergereihten Eiskristallen bestehen.

Ihrer Gestalt nach lassen sich drei Gruppen von Hagelkörnern einfachster Struktur unterscheiden. Zur ersten Gruppe gehören jene Schloßen, deren Form einem Kegel mit gekrümmter Grundfläche, einer Pyramide, einem Pilze oder einer Birne ähnelt. Diese Stücke wachsen hauptsächlich an ihrer Grundfläche, indem während des Fallens ihre Spitze nach oben gerichtet bleibt.

Eine zweite Gruppe bilden jene Eisstücke, die kugel- oder halbkugelförmig, manchmal auch linsenförmig, sphäroidisch oder ellipsoidisch sind. Ihre Häufigkeit ist nicht geringer als die der vorigen Gruppe, sie erscheinen an allen Punkten ihrer Oberfläche gleichmäßig gewachsen, was eine Drehung des Eisstückes um einen zentralen Punkt voraussetzt.

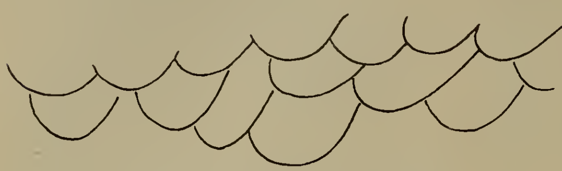
Die dritte Gruppe umfaßt flache Gebilde, bestehend aus einem Korn der zweiten Gruppe, das von einer angefrorenen, ringförmigen Verdickung umgeben ist, und zwar hauptsächlich parallel einer bevorzugten Ebene, zum Beispiel am Äquator des Sphäroids. Diese Verbreiterung ist kristallinischer Struktur und vom Kern und den konzentrischen Schalen scharf unterschieden. Ihre Kristalle sind rein und durchsichtig und konvergieren in radialen Strahlen nach dem Kern zu.

Nach Kronichs Ansicht spiegeln sich in dem Hagelkorn von innen nach außen die Zustände und Vorgänge in der Wolke von oben nach unten. In den obersten Regionen der Wolke, die für die Hagelbildung in Betracht kommen, finden wir gleichzeitig nebeneinander Schneekristalle und unter 0 Grad gekühlte Wassertröpfchen; sie liefern den oben beschriebenen Kern der Schloße. In den mittleren Wolkenpartien schweben ohne Schnee untergekühlte Wassertröpfchen, die zum Wachstum des Kernes beitragen und die konzentrischen Hüllen ergeben. Die untersten Teile der Wolke bestehen aus Tröpfchen über 0 Grad und liefern das Material zum kristallinischen Gürtel oder Mantel des Kornes.

Wie dieser Vorgang tatsächlich verläuft und wie dabei manche Schloßen ihre außergewöhnliche Größe erreichen können, ist noch unentschieden. Kronich zeigt rechnerisch, daß die zur Erklärung herbeigezogene verschiedene Fallgeschwindigkeit der Schloßen und der von ihnen überholten und angezogenen Regentropfen nicht ausreicht und selbst äußersten Falles nur eine Vergrößerung des Hagelkornes um 2 Millimeter hervorrufen könne. Einen ähnlichen Einfluß wie die Schwere wird die Elektrizität auf das Wachstum der Hagelkörner ausüben. Wassertröpfchen und Eiskugeln ziehen sich infolge ihrer entgegengesetzten elektrischen Ladungen an, und außerdem wirkt auch noch das elektrische Erdfeld günstig auf das Wachstum, indem es eine Beschleunigungsänderung der beiden Faktoren her-

beiführt. Wahrscheinlich genügen diese drei Ursachen, die verschiedene Fallgeschwindigkeit und die elektrische Eigenladung der Tropfen und Schloßen nebst der Wirkung des elektrischen Feldes, auch die außergewöhnliche Größe einiger seltener Hagelkörner zu erklären.

Für die oben erwähnte mutmaßliche Mitwirkung der Elektrizität bei der Hagelbildung spricht der Umstand, daß Hagelfälle fast stets Begleiterscheinungen mehr oder minder schwerer Gewitter sind. Von den beiden Äußerungen eines Gewitters erregt zwar der Blitz stets das größere Interesse; doch kann auch der Donner bisweilen ungewöhnliche Form annehmen. Über einen derartigen **außergewöhnlichen Donner** berichtet Baron v. **Friesenhof** in der „Meteorologischen Zeitschrift" (August 1905). Ein am 13. Juli nachmittags $2^1/_2$ Uhr beginnendes Gewitter, anfangs in anscheinend 22 Kilometer Entfernung, näherte sich unter häufigen Blitzen und zahlreichen, meist kra-



Geschilderte oder geschuppte Wetterwolken. Nach Stiglleithner.

chenden, mitunter mehr rollenden Donnern der Station bis auf 1 Kilometer. In dieser Entfernung klangen die Donner, als wenn eine große Anzahl loser Blechplatten aus großer Höhe auf ein Steinpflaster geworfen würde, und dieses „Scheppern" war von mäßig langem Rollen gefolgt. Solcher Donner gab es 12 bis 15. Merkwürdigerweise war das beispiellos heftige Gewitter von keinem starken Regengusse begleitet. Beobachter hat trotz 40jähriger ungewöhnlich sorgfältiger Gewitterbeobachtungen einen derartigen Donner noch niemals gehört.

Im Anschluß hieran sei eine von Herrn Gutsbesitzer **Stiglleithner** gemachte, uns freundlichst übermittelte Wetterbeobachtung mitgeteilt. Einsender schreibt: Eine seit langem von mir gemachte und bisher noch nicht wissenschaftlich erläuterte Beobachtung an **Wetterwolken** teile ich als Leser der „Jahrbücher der Naturkunde" zu allfälliger Beachtung mit. Dieselbe betrifft eine **plötzlich** am Rande und auch nach der Tiefe der Wetterwolke zu auftretende **typische** Wolkenformation „geschilderter oder geschuppter Art" (s. Abbild.). Diese Formation bedeutet **nach** Ausbruch des Gewitters stets das **Ende** der elektrischen Entladungen, bei Auffahrt des Gewitters das **Unterbleiben** derselben.

Beobachtungen über die **Dauer des Blitzes** hat Prof. Dr. **Schmidt** angestellt (Meteor. Zeitschrift, August 1905). Danach gibt es sehr schnelle Blitze, deren Leuchtdauer geringer als $^1/_{5000}$ Sekunde ist, zweitens Blitze, die oszillatorisch (hin und her pendelnd) sind und deren Periode etwa $^1/_{1000}$ bis $^1/_{2000}$ Sekunde beträgt, während die Zahl der zu beobachtenden Perioden sieben bis acht sein kann, und drittens träge Blitze, die länger als $^1/_{200}$ Sekunde aufleuchten.

Merkwürdig ist die vom Primaner **Troche** und einigen Klassengenossen zu Hirschberg in Schlesien gemachte, von Prof. Dr. **Reimann** bearbeitete Beobachtung eines anscheinend **vom Winde bewegten Blitzes**. Einem intensiv gelben, oberhalb eines den Beobachtern gegenüberliegenden Hauses endenden Strahl folgte unmittelbar darauf in derselben Bahn mit allen ihren Krümmungen ein violett gefärbter Blitz; er bestand aus lauter einzelnen Teilen, die oben zahlreicher als unten waren, und gehörte somit zur Klasse der **perlschnurartigen Blitze**. Er dauerte etwa 1 bis $1^1/_2$ Sekunden und bewegte sich während dieser Zeit in seiner ganzen Länge nach links, so daß er ganz den Funken einer vom Winde verwehten Rakete glich. Nach den Berechnungen Prof. **Reimanns** könnte der treibende Wind 17 bis 25 Meter Geschwindigkeit in der Sekunde besessen haben.

Gelegenheit, mit einem **Kugelblitz** in nähere Berührung zu kommen, bot sich mehreren Bewohnern der Stadt Autun gelegentlich eines halbstündigen heftigen Gewitters am 16. Juli 1904. Der Blitz schlug mehrmals ein und das Gewitter endigte mit dem Kugelblitze, der mit großem Getöse und einem trockenen Schlag ohne Rollen zerstob. Er wurde an drei verschiedenen Punkten auf einer Strecke von 500 Meter gesehen und erzeugte an fünfzehn verschiedenen Orten der Stadt sonderbare Wirkungen. Mehrere Personen wurden weggeschoben oder erlitten Stöße, der eine an der Nase, ein anderer am Arm; einem Schüler war der Arm eine Stunde lang gelähmt. Alle Getroffenen empfanden ein unangenehmes Kribbeln, einer hatte eine schwere Wunde am Handgelenk. Neu war folgende Erscheinung: Der Blitz erzeugte 30 Meter von seinem Ausgangspunkt eine sehr starke Erschütterung an dem mit einem Blitzableiter versehenen Hause der Unterpräfektur; die Anwesenden glaubten den Ableiter vom Blitze getroffen und verspürten eine heftige Erschütterung. Als aber der Blitzableiter untersucht wurde, zeigte er sich unversehrt. Ob das ein Beweis dafür ist, daß der Blitzableiter ohne Wirkung auf einen Kugelblitz sei, wie der Berichterstatter meint, scheint mir allerdings sehr zweifelhaft; vielleicht wirkt er nur nicht so stark auf ihn wie ein gewöhnlicher „Zackenblitz". (Compt. rendus 1904, Band 139, S. 465.)

Eine **eigentümliche elektrische Erscheinung** ist im Sommer 1904 von mehreren Offizieren zu Wiesbaden beobachtet worden. Dort wurden an dem gewitterschwülen Abend des 1. Juli gegen $^1/_2$12 Uhr nach Süden zu in 25 bis 30 Grad Höhe unter der dunklen, den ganzen Himmel überziehenden Wolkendecke zwei schmale, leuchtende Wolkenstreifen sichtbar, welche in derselben Horizontalen lagerten und mit ihren spitzen Enden um Vollmondbreite voneinander entfernt waren. Sie wurden allmählich heller und nahmen an Länge zu, bis sie je etwa 10 Grad lang waren. Bald begannen die

einander zugekehrten Spitzen zu glühen und wuchsen zu Kugeln, die schließlich an Größe einem Achtel der Mondscheibe gleichkamen. Dann verschwanden sie und ließen nur zwei lichte, nebelartige Flecke zurück. Diese näherten sich ein wenig und rückten zugleich vertikal übereinander. Nach einigen Minuten entstanden an ihrer Stelle wiederum weißglühende Kugeln, größer und viel heller als die ersten, während die Wolkenstreifen sich zu kometenartigen Streifen verkürzt hatten. Bald erloschen die Kugeln, um nach mehreren Minuten in derselben Gestalt wieder aufzutauchen, und zwar horizontal nebeneinander und im Abstande eines Drittels der Mondbreite. Der Raum zwischen ihnen sandte kurze Strahlen nach außen aus. Diese Phase verschwand nach kurzer Zeit; doch erschien nach 15 Sekunden, und zwar für eine halbe Minute, in ganz veränderter Form, ein längliches, vollständig weißglühendes Gebilde, welches rings umher Strahlen verbreitete, so daß es die Gestalt einer behaarten Raupe besaß. Nach seinem Erlöschen, gegen 12 Uhr nachts, wurde wieder ein lichter Fleck sichtbar. Um 12 Uhr 40 Minuten entstanden nochmals zwei kreisförmige Nebelflecke, die sich bis zur Weißglut erhellten, indem der eine bedeutend größer und mit viel längerem Strahlenschweife versehen war als der andere. Nach einer Minute war alles verschwunden, diesmal endgültig (Meteor. Zeitschrift 1904, S. 424).

Der vorzügliche Schutz, den die Einrichtung des Blitzableiters den damit versehenen Baulichkeiten gewährt, ist durch die verschiedene Wirkung des Blitzstrahles auf geschützte und ungeschützte hohe Gegenstände neuerdings wieder treffend illustriert. Ein Blitzschlag in eine der ägyptischen Pyramiden und einer in den Eifelturm: welchem von beiden würden wir die heftigere Wirkung zusprechen? Sicher dem letzteren, besonders wenn wir uns die aus einiger Entfernung spinnfadendünn erscheinende Eisenkonstruktion des genialen Bauwerkes vergegenwärtigen. Und doch verlief die Sache umgekehrt. Ein Blitz, der am 31. März 1905 während eines ungemein heftigen Gewitters die zweite Pyramide von Gizeh etwas unterhalb der Spitze traf — der erste bekannt gewordene Fall, daß eine der Pyramiden vom Blitz getroffen ward — brachte einige der ungeheuren Steinblöcke so aus der Lage, daß sie die Seiten hinab in den Sand rollten. Der Eiffelturm hat häufig Blitzschläge auszuhalten. Am 3. Juni 1902, abends 9 Uhr 20 Minuten, trafen ihn innerhalb weniger Sekundenteile drei nacheinander: der Blitzableiter ließ auch diesen dreifachen Angriff wirkungslos in den Boden gleiten.

Wind und Meer.

Offensichtlich ist der Einfluß des Windes auf das Meer. Er ist nicht nur der Erzeuger der „haushohen" Wogen und Wellenkämme, ihm schreibt man auch die Entstehung der riesigen, den Erdball umspannenden Meeresströmungen zu. Zöppritz führte vor etwa 25 Jahren den mathematischen Beweis, daß man in den Winden die alleinige Ursache dieser Strömungen zu sehen habe; er erklärte auch den Umstand, daß die Strömungen, wie die Ozeanforschung gezeigt hatte, in so beträchtliche Tiefen herabreichten, und zwar fand er in der inneren Reibung des Wassers dasjenige Moment, das im stande sei, die Bewegung des Oberflächenwassers den tieferen Schichten mitzuteilen.

Gegen diese Theorie, daß der Wind, und nur der Wind, die Meeresströmungen erzeuge und fortpflanze, wendet sich nun auf Grund seiner reichen Erfahrungen Fridthof Nansen, der kühne Nordpolstürmer, der ja seinen Plan zur Erreichung des großen Zieles nicht zum kleinsten Teile eben auf Meeresströmungen gebaut hatte.*) Er stellt drei Energiequellen auf, die wir für die Entstehung von Meeresströmungen verantwortlich machen können: die Eigenwärme der Erde, die anziehende Kraft der Himmelskörper, vor allem des Mondes, und drittens die Wärmestrahlung der Sonne. Die beiden ersteren kommen jedoch für die Erzeugung der großen Meeresströme so wenig in Betracht, daß wir sie getrost vernachlässigen dürfen.

Als wichtigste Quelle für die Entstehung großer ozeanischer Strömungen ist also die Wärmestrahlung der Sonne anzusehen, die in verschiedener Weise wirkt: einmal indirekt durch die von ihr erzeugten Winde, wodurch die Windtriften entstehen, anderseits direkt durch die Erwärmung des Meerwassers, wodurch die Wärme- oder Konvektionsströmungen hervorgebracht werden, oder auch durch Verdunstung an der Meeresoberfläche und durch Niederschlag in anderen Gegenden (Verdunstungs- und Niederschlagsströmungen).

Als ein wesentliches, bisher vernachlässigtes Moment bei den Windströmungen betrachtet Nansen die ablenkende Kraft der Erdrotation, die bekanntlich auf Grund des Beharrungsvermögens allen Bewegungen auf der nördlichen Halbkugel eine Ablenkung nach rechts erteilt. Diese wird mit der Tiefe zunehmen und in einer bestimmten Tiefe der Strömung eine dem Winde entgegengesetzte Richtung verleihen. In noch größerer Tiefe wird dann das Wasser wieder eine dem an der Oberfläche wehenden Winde entsprechende Richtung erlangen. Die Tiefe, welche eine Strömung erlangen kann, ist also eine beschränkte. Die Richtung einer Windströmung bildet demnach mit der Windrichtung stets einen Winkel, wie durch Messungen erwiesen ist. Nach mathematischer Berechnung müßte dieser Winkel außerhalb des Äquators über 45 Grad betragen. Während Zöppritz die Ablenkung durch die Erdrotation gar nicht berücksichtigte, hat er den Widerstand, den das Wasser dem Winde durch Reibung, Wirbelströmungen und dergleichen entgegenstellt, bedeutend unterschätzt.

Endlich ist noch in Betracht zu ziehen, daß das Meerwasser keine gleichmäßige Dichtigkeit besitzt, und zwar weder in vertikaler noch in horizontaler Richtung. Die zunehmende Dichte des Wassers nach unten würde zwar eine horizontale Zirkulation nicht hindern können; aber das Meer ist auch an seiner Oberfläche nicht gleichmäßig dicht. Flächen schwereren Oberflächenwassers wechseln mit solchen leichteren, und wenn der Wind aus einem Gebiete der ersteren Art nach einem solchen mit leichterem weht, so ist er nicht im stande, das schwere Wasser über

*) Petermanns Mitteil., Bd. 51 (1905), Heft 1—3.

das leichte hinwegzutreiben. Das erstere kann nur ausweichen oder untertauchen, wird aber in jedem Falle dem Wirken des Windes entrissen. Nansen kommt daher zu dem Schlusse, daß die Winde keine ständige und zusammenhängende Zirkulation zu bewirken vermögen, wenn sie der durch die Dichteunterschiede bedingten Strömungsrichtung entgegenwirken. Sie können zum Beispiel nicht verhindern, daß das wärmere Wasser der Tropen in höhere Breiten gelangt. Die Geschwindigkeit der Strömungen können sie dagegen stark modifizieren, und die Variationen der Geschwindigkeit von einem Jahre zum andern sind wohl auf ihre Rechnung zu setzen.

Auch die Verdunstung und der Niederschlag sind als Ursache von Meeresströmungen zu berücksichtigen. In den Tropen verdunstet alljährlich eine Schicht von mehreren Metern Höhe, während in höheren Breiten die Niederschläge überwiegen. Den Ausgleich zwischen den so entstehenden Höhenunterschieden schafft eine Strömung, welche die Winde auf die Dauer nicht verhindern können. Kalte Oberflächenströme werden das Wasser mit dem relativ niedrigen Salzgehalt von höheren Breiten äquatorwärts tragen, allerdings mit vom Winde beeinflußten Geschwindigkeiten. Eine solche Strömung ist zum Beispiel der ostgrönländische Polarstrom. Diese Zirkulation geht zum Teil in einer Richtung, die der großen Wärmezirkulation des Meeres entgegengesetzt ist, und es entstehen so höchst interessante Strömungsverhältnisse, die jüngst von Dr. Schott eingehend beleuchtet sind.

Der bekannte, aus dem amerikanischen Mittelmeer hervorgehende Golfstrom, dem die Nordwest- und Westküste Europas ihr mildes Klima, Norwegen seine eisfreien Häfen verdankt, zeigt seit kurzem anscheinend bemerkenswerte Veränderungen seines Laufes und seiner Geschwindigkeit. Über die im Jahre 1904 beobachteten berichten die Annalen der Hydrographie.*) Danach änderte sich, verglichen mit den mittleren Verhältnissen, die Geschwindigkeit des Golfstroms von West nach Ost in den Monaten Mai und Juni mehrmals, zeigte in den mittleren Teilen eine Abnahme, mit höheren Geschwindigkeiten vor- und nachher. Vor dem 22. Mai und nach dem 5. Juni verschwand der Strom früher von der Oberfläche als gewöhnlich; zwischen diesen beiden Tagen reichte der ununterbrochene Strom am weitesten nach Osten. Verlagerung nach Norden, starke Versetzungen, beträchtliches Wechseln der Geschwindigkeit begleitete diese Erscheinungen.

Über ähnliche, von Sachverständigen allerdings noch nicht kontrollierte Vorkommnisse berichteten die Zeitungen im Sommer 1905. Nach Telegrammen aus New-York haben dort eingetroffene Seefahrer mitgeteilt, daß sie Veränderungen im Laufe und der Geschwindigkeit des Golfstromes feststellten. Der Kapitän des von Havanna kommenden Schiffes „Ronald" meldete, daß die Strömung mit stark erhöhter Geschwindigkeit fließt und daß er drei Tage lang in ihr 70 Meilen (engl.) pro Tag schneller fuhr als jemals zuvor. Einen ganz ähnlichen Bericht brachte Kapitän Ruser mit dem von Hamburg nach Amerika fahrenden „Moltke", der durch das Anfahren gegen den mit erhöhter Geschwindigkeit ihm entgegenkommenden Strom verzögert wurde. Kapitän Ruser fand eine Abzweigung des Golfstromes im westlichen Atlantik an einer Stelle, wo man sie bisher nicht vermutet hatte. Die Temperatur stieg und fiel abwechselnd, und das Schiff kam manchmal in Wasserstriche, die geradezu heiß schienen.

*) 33. Jahrg. (1905), Heft 7.

Andere Beobachter erklären, daß der Golfstrom seinen Lauf beträchtlich änderte und jetzt mehr als früher in geraderer Richtung nach Norden fließt. Die ungewöhnliche Hitze, von der New-York im Sommer 1905 heimgesucht wurde, wird von einigen Autoritäten auf diese Richtungsänderung des Golfstromes zurückgeführt. Ob mit Recht oder Unrecht, muß die Zukunft lehren. Eine Vorstellung davon, wie verwickelt die sich hiebei abspielenden Verhältnisse sind, kann uns die schon erwähnte Arbeit Dr. Gerhard Schotts über die große nordamerikanische Eistrift im Jahre 1903 geben.*)

Gegen Ende März und während des ganzen April 1903 erstreckte sich eine große Eismasse in äußerst kompaktem, dichtem Auftreten und ununterbrochen längs der Ostkante der Neufundlandbank bis reichlich 41 Grad nördlicher Breite, so daß eine Verlegung der gewöhnlichen Dampferwege weiter nach Süden nötig wurde. Im Mai trat in der kritischen Gegend, das heißt an der Südostecke der Bank, eine unverkennbare Besserung ein; im Juni dagegen erfolgte ein zweiter, wenn auch schwächerer Vorstoß sehr weit nach Süden, wiederum bis in Gegenden, die bei uns der Breite von Lissabon oder Neapel entsprechen würden. Mit den Eisbergen dieser zweiten Trift war eine besonders große Gefährdung des transatlantischen Verkehrs deshalb verbunden, weil mit der fortschreitenden Jahreszeit die Häufigkeit des Nebels in diesen Gewässern außerordentlich zunimmt. Gleichwohl war vom 16. Juni ab die sonst übliche Route für ausgehende, vom 26. ab für heimkehrende Schiffe wieder passierbar. Welches waren nun die Ursachen dieser starken Eistrift?

Das der Neufundlandbank östlich und südöstlich vorgelagerte Gebiet steht unter dem Einfluß zweier großer Meeresströmungen, des Golfstromes und des Labradorstromes, von denen besonders der erstere ja auch für das Klima Westeuropas von großer Bedeutung ist. Die Geschwindigkeit des Golfstromes, seine Wärmeführung und Oberflächentemperatur, die wechselnde Tiefe der barometrischen Minima, die Stärke und Richtung der vorherrschenden Luftströmungen über ihm sind wenigstens in der kalten Jahreszeit auf das engste miteinander verknüpft, und zwar in der Weise, daß diese Elemente jedes als Ursache und Wirkung auftreten können. Denn ein jedes dieser Elemente wird von dem vor ihm genannten beeinflußt und das erste wieder ist von dem letzten abhängig. Wird nämlich aus irgend einem Grunde die Geschwindigkeit des Golfstromes zum Beispiel über das normale Maß vergrößert, so wird damit die Wärmezufuhr aus

*) Annalen der Hydrographie, 32. Jahrg. (1904), Heft 6.

den südlichen Breiten, denen er entströmt, vermehrt, es steigt die Temperatur. Eine positive Temperaturabweichung hat eine Vertiefung des isländischen Luftdruckminimums, wahrscheinlich sogar der ganzen über dem Nordmeer ausgebreiteten Luftdruckfurche, zur Folge. Einer abnormen Tiefe des Luftdrucks über dem Meer entspricht eine höhere Windgeschwindigkeit über dem Golfstrom, und nun schließt sich der Kreislauf; denn die stärkere Luftbewegung beschleunigt wieder die Meeresströmung, zumal wenn die Richtung des Windes, wie es hier der Fall ist, mit der Richtung des Golfstromes zusammenfällt. Eine Beschleunigung der Wasserbewegung aus Süden und Südwesten aber zieht wieder eine vermehrte Wärmezufuhr nach sich und so fort.

Dieser Vorgang oder Kreislauf findet natürlich ein Ende, wenn von außen her Einwirkungen sich geltend machen, die jenen Kräften gewachsen sind. Es kann zum Beispiel die Geschwindigkeit der kalten Polarströmungen zunehmen, welche östlich von Neufundland als Labradorstrom und östlich von Island als Abzweigung der ostgrönländischen Strömung dem Golfstrom in die Flanke fallen und seine Temperaturverhältnisse beeinflussen.

Eine abnorme Zunahme der Geschwindigkeit des Labradorstromes ist aber gerade in solchen Wintern wahrscheinlich, in denen auch der Golfstrom und die Winde über ihm eine größere Geschwindigkeit haben. Denn durch eine Vertiefung des isländischen und westgrönländischen Minimums werden die nordwestlichen Winde, welche an der Küste Labradors wehen, ebenso verstärkt wie die südwestlichen Winde vor den Küsten Europas, und mit jenen wird die Labradorströmung beschleunigt. Der Labradorstrom kann in solchem Falle dem Golfstrom, den er östlich von Neufundland trifft, eine Temperaturverminderung zufügen, die in den nordwesteuropäischen Meeren erst nach Ablauf eines halben Jahres zur Geltung kommen würde. Es würde damit ein dem oben geschilderten entgegengesetzter Kreislauf von Kräften eintreten.

Ein starkes Fließen des Golfstromes auf der amerikanischen Hälfte des Ozeans wird also immer nach gewisser Zeit die Neigung zu vermehrtem Fließen des Labradorstromes hervorrufen und damit in den Monaten, in denen überhaupt Eis treibt, wahrscheinlich ein weiter südliches Vordringen des Neufundlandeises herbeiführen.

Der Labradorstrom hat auf der Bank und in deren weiterer Umgebung auch über dem tiefen Wasser die Sachlage beherrscht vom Mai bis zum August 1903; erst vom September ab ist der im Sommer wenigstens der Wärmewirkung nach zurückgedrängte Golfstrom wieder in seine alten Rechte eingetreten. Nicht das Eis, das in jenen Gegenden schon seit dem Februar in großen Massen lagerte, hat die Temperatur des Wassers dort erniedrigt, sondern es drang erst südwärts vor, als der Labradorstrom ihm den Weg gebahnt hatte. Es ist nicht die Ursache, sondern zunächst nur eine Folge, eine Begleiterscheinung der abnormen Wärmeverhältnisse und der Stromänderungen gewesen. In zweiter Linie wird es die Wasser- und Lufttemperatur dann auch beeinflußt haben; doch blieb diese Wirkung des Eises auf die Neufundlandgegend beschränkt und übte keinen Einfluß auf die Wärmeverhältnisse Westeuropas im Jahre 1903. Sie war selbst an der amerikanischen Küste so geringfügig, daß es erst einer vergleichenden Untersuchung bedurfte, um sie festzustellen.

Was die Witterungsverhältnisse jenseit des „Großen Teichs" auch für oberflächliche Beobachtung von den unsrigen unterscheidet, ist der Zug ins Große, Gewaltige, der das amerikanische Leben überhaupt charakterisiert, die Wut der Orkane, Zyklone, Hurrikans, die Verderblichkeit der Regengüsse und Überschwemmungen sowie anderseits der Gegensatz zwischen den verschiedenen Landschaften und zwischen dem Sommer- und Winterklima. Unseren föhn- und boraartigen Fallwinden, jenen eigentümlichen Luftströmungen, die nach dem Überschreiten eines Gebirgskammes allein durch ihr Herabsinken eine große Wärme entwickeln, entspricht drüben zum Beispiel der gewaltige Chinook, der Föhn der Felsengebirge, der unsere Föhnwinde überragt wie der Riese die Zwerge.

Der Chinook — er hat seinen Namen nach einem Indianerstamm, von dessen Aufenthaltsort her er den ersten Ansiedlern entgegenwehte — steigert bei seinem Herabstürzen von den Höhen die Temperatur bisweilen im Zeitraum einer Stunde um 20 Grad. Dann rast er mit Orkangeschwindigkeit dahin, frißt längs den Abhängen und auf der Ebene den Schnee im Augenblick und verwandelt die winterliche Kälte fast in Sommerglut. Ohne den Chinook könnten die Viehzüchter jener Gegend ihre Tiere wahrscheinlich nicht durch den Winter bringen. Unter seinem Hauche taut der Schnee nicht eigentlich, sondern verdunstet vielmehr fast sofort und in kurzer Zeit ist die ganze Prärie völlig getrocknet. Durch das Wegfressen der Schneemassen zur Winterszeit mildert er auch die Frühjahrsüberschwemmungen der Flüsse, während die Jahre, in denen er selten auftritt, starke Hochwasser im Frühling und schlechten Wasserstand im Sommer aufweisen. Da der Chinook seine hohe Temperatur lediglich dem Herabsturze von der Höhe der Gebirge in die Tiefen der Täler und Prärien verdankt, so ist es nicht wunderbar, daß er erst auf der Ostseite des Felsengebirges als heißer, trockener Westwind auftritt. In Kalifornien und Oregon dagegen tritt er als Ost- oder Südostwind auf, weil die Bergregionen, aus denen er strömt, für diese Gegenden nach Osten zu liegen.*)

Kehren wir nach dieser Abschweifung noch einmal zum Meere zurück. Ein Vortrag Prof. Ed. **Brückners** verschafft uns einen Einblick in die Wichtigkeit der Verdunstung des Meerwassers und die Beziehungen von **Meer und Regen** zueinander.**) Von den ungeheuren Mengen Wasserdampf, die durch die Verdunstung jahrein jahraus der Atmosphäre zugesandt werden, liefert das Meer den weitaus größten Teil. Im Atlantischen Ozean und seinen Seitenmeeren verdunsten nach der Berechnung **Brückners** in einem Jahre 96.000 Kubikkilometer Wasser, gleich einem Würfel von 46 Kilometer Seitenlänge, im Indischen und Pazifischen Ozean

*) Gaea, Bd. 40, S. 184.
**) Naturw. Wochenschrift, Bd. IV (1905), Nr. 26.

zusammen 290.000 Kubikkilometer, gleich einem Würfel von 66 Kilometer Seitenlänge. Alle Meere zusammen, einschließlich der polaren, liefern der Atmosphäre 386.000 Kubikkilometer, gleich einem Würfel von 73 Kilometer Seitenlänge. Die mittlere jährliche Verdunstungshöhe beträgt für den Atlantischen Ozean mit seinen Nebenmeeren einschließlich des Nördlichen Eismeeres 92 Zentimeter, für den Indischen und den Pazifischen Ozean 112 Zentimeter, im Mittel aller Meere 106 Zentimeter. Da sich aber von der gesamten Verdunstung 86 Prozent zwischen den Breitengraden von 40 Grad nördlicher und 40 Grad südlicher Breite vollziehen, so ergibt sich daraus, daß in der Tat auch die Verdunstung einen Niveauunterschied und damit gewisse Strömungen zwischen den nördlichen und den äquatorialen Meeresteilen hervorzurufen im stande ist. In einer sehr instruktiven Tabelle zeigt Prof. Brückner, wieviel Meerwasser in den einzelnen Zehngradzonen der Meere durch Verdunstung in die Atmosphäre gelangt. Der Unterschied zwischen der heißen und der kalten Zone ist ungeheuer.



Schwankungen des Regenfalls.

Von den herrschenden Winden ergriffen und teilweise weithin verfrachtet gelangt die mit dem Verdunstungsdampf beladene Luft in kühlere Regionen, verliert hier infolge eigener Abkühlung die Fähigkeit, Wasserdampf zu enthalten, und scheidet einen Teil des in ihr enthaltenen Dampfes in flüssiger oder fester Form aus: es kommt zur Bildung von Wolken, zu Regen- und Schneefall. Diese Vorgänge spielen sich zu einem guten Teile auf dem Ozean selbst ab, wo einmal in der Zone der Windstillen (Kalmenzone) und ihrer Nachbarschaft, weiterhin in den höheren Breiten der Meere, etwa von 30 oder 35 Grad polwärts, es zu gewaltigen Verdichtungen des Wasserdampfes und mächtigen, oft unter Gewittererscheinungen auftretenden Regengüssen kommt. Das ist der kleine Kreislauf des Wassers, der einen großen Teil des durch Verdampfung dem Ozean entnommenen Wassers dem Meere unmittelbar wieder zurückgibt.

Ihm steht der große Kreislauf zur Seite, der über die Kontinente zum Meere zurückführt, entweder durch abermalige Verdunstung des herabgefallenen Wassers oder, unter Mitwirkung der quellenbildenden Gebirge, durch Zurückfließen in die Ozeane. Wollen wir die vom Ozean auf das Land übertretende Wassermenge bestimmen, so kann das mit Hilfe der Regenmenge, die auf das Land fällt, geschehen. Doch wird diese nicht nur vom Ozean, sondern auch von den auf dem Lande durch Verdunstung der Seen und Flüsse, vor allem auch der Wälder und Wiesen in die Atmosphäre gelangenden Dampfmengen gespeist. Obwohl Jahr für Jahr Wasserdampf vom Ozean aufs Land übertritt, mindert sich die Wassermenge der Weltmeere nicht; denn an den Küsten bleibt der Wasserstand, soweit nicht Hebungen und Senkungen im Spiele sind, konstant. Die Rückkehr der dem Festlande vom Meere gespendeten Wassermengen geschieht hauptsächlich durch die Flüsse; die Überführung mittels der Atmosphäre, indem Regenmengen vom Lande auf das Meer gelangen, scheint daneben nur eine sehr untergeordnete Rolle zu spielen.

Sir John Murray hat die jährlich durch die Flüsse dem Ozean zugeführte Wassermenge auf 25.000 Kubikkilometer geschätzt, und so groß muß auch die jährlich vom Ozean aufs Land übertretende Wasserdampfmenge sein, überaus wenig im Vergleich zur großen Verdunstung auf den Meeren, nämlich nur 7 Prozent derselben. Eine Wassermenge gleich 93 Prozent der vom Ozean jährlich verdampften fällt also direkt wieder als Regen in den Ozean zurück.

Auf Grund dieser Ziffern versucht Prof. Brückner eine Bilanz des Kreislaufes des Wassers für das 366 Millionen Quadratkilometer umfassende Weltmeer aufzustellen. Die mittlere Regenhöhe des Weltmeeres ergibt sich danach zu 99 Zentimeter. Diese und die weiterhin erwähnten Tabellen sind im Anhang wiedergegeben.

Der gesamte Regenfall der zum Ozean sich abdachenden (sogenannten peripherischen) Landflächen beträgt ungefähr 112.000 Kubikkilometer. Das ist viel mehr als die 25.000 Kubikkilometer, die die Flüsse dem Ozean jährlich zurückgeben. Der ganze Rest von 87.000 Kubikkilometern verdunstet, nach-

dem er gefallen, vom Lande aus wieder, gelangt so wieder in die Atmosphäre und speist sodann wieder den Regenfall des Landes. Sonach werden volle $^3/_4$ des gesamten Regenfalles der peripherischen Landflächen durch die eigene Verdunstung des Landes gedeckt. Die 25.000 Kubikkilometer, die der Ozean dem Lande spendet, erscheinen im Wasserhaushalt des letzteren gleichsam als Betriebskapital, das mehrfach umgesetzt wird, ehe es durch die Flüsse dem Ozean zurückgegeben wird (s. Anhang Tabelle B). Der Regenfall der abflußlosen Gebiete wird ganz durch Verdunstung aufgezehrt.

Ziehen wir die drei Teilbilanzen zusammen, so erhalten wir die Bilanz für die ganze Erde (Tabelle D). Der mittlere Regenfall der Erde ergibt danach die Jahressumme von 95 Zentimeter Regenhöhe für jedes Gebiet der Erdoberfläche, ebenso groß ist die mittlere Verdunstung. Die wirklichen Höhen weichen natürlich je nach der Lage des betreffenden Gebietes mehr oder weniger, oft ungeheuer von dieser Durchschnittsziffer ab. Die jährliche Regenmenge wie die jährliche Verdunstung belaufen sich auf je 485.000 Kubikkilometer, wozu die Erde bei der Verdunstung ein Fünftel beträgt.

Der Übertritt ozeanischen Wasserdampfes im Winde vom Meer aufs Land ist durch die Verteilung des Luftdruckes auf der Erdoberfläche bedingt, und dabei zeigen sich örtlich nicht unbeträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren. So kann es geschehen, daß während geraumer Zeit Antizyklonen in Gebieten verweilen, wo sie sonst seltener sind. Trifft das ein Gebiet, das als Eintrittstor für den ozeanischen Wasserdampf dient, so wird das Eintrittstor vorübergehend geschlossen und der Wasserdampf mehr oder minder ferngehalten. Dürre ist die Folge. So war es in Mittel- und Westeuropa im Jahre 1893 mit seinem trockenen Frühling und Spätsommer, so auch im trockenen Sommer 1904.

Aber nicht nur in dem einen oder anderen Jahre, sondern auch in langjährigen Schwankungen zeigen sich derartige Abweichungen von der gewöhnlichen Luftdruckverteilung und auch diese beeinflussen den Regenfall beträchtlich. An zwei Diagrammen zeigt Prof. Brückner, wie den verschiedenen Luftdruckverhältnissen während des Jahrfünftes 1861/65 und 1876/80 Änderungen des Regenfalles entsprechen. Im Lustrum 1861/65, wo der Luftdruck auf dem Atlantischen Ozean tiefer, über Mitteleuropa aber höher war als 1876/80, da ist der Regenfall auf dem Ozean größer, auf den Kontinenten von Nordamerika, Europa und Asien kleiner als 1876/80.

Brückner hat diese großen Schwankungen durch das XIX. Jahrhundert rückwärts über die ganze Erde verfolgt und gezeigt, daß sich um die Jahre 1815, 1850 und 1880 Zeiten gruppieren, die auf den Kontinenten durch größeren Regenfall ausgezeichnet waren, um die Jahre 1830 und 1860 aber Zeiten mit geringeren Niederschlägen auf den Festländern. Umgekehrt verhält sich der Nordatlantische Ozean und seine unmittelbaren Küsten. Die Kurven eines Diagramms bringen diese Schwankungen des Regenfalles von Jahr zu Jahr scharf zum Ausdruck. Der Betrag der Schwankungen kann für die Regenmenge der peripherischen Landflächen 20 bis 25 Prozent des Mittels betragen. Damit würde sich deren Menge zur Zeit des Minimums auf rund 100.000 Kubikkilometer reduzieren, zur Zeit des Maximums auf rund 125.000 Kubikkilometer erheben. So bedeutungsvoll diese Schwankungen auch sind, so ändern sich doch die Zahlen der Bilanz in Trockenzeiten und nassen Perioden nicht um zu große Beträge. Die Wasserdampfzufuhr vom Meer würde im Zentrum der Trockenperiode 22.500, in dem der feuchten Periode 27.500 Kubikkilometer, die Verdunstung vom peripherischen Lande entsprechend 78.300 beziehungsweise 95.700 Kubikkilometer betragen. In den feuchten wie in den trockenen Perioden spielt sich der Kreislauf des Wassers in seinen wesentlichsten Zügen in gleicher Weise ab. (S. Diagramm S. 55.)

Aus dem Leben des Erdballs.

(Geologie.)

Zur Urgeschichte Europas. * Verdronken Lant. * Dürre und Klimawechsel. * Ein Gestaltungsprinzip der Erde. * Ein verhängnisvolles Jahr. * Aus der geologischen Praxis.

Zur Urgeschichte Europas.

„Undank ist der Welt Lohn." Dieser alte Spruch gilt, seit die Menschheit an der Umgestaltung des Erdreliefs mitarbeitet, auch in der Geologie. Haben doch die biederen Holländer dem mächtigen Rheinstrom, dessen Alluvions — nach napoleonischem Dekret — ihr Ländchen überhaupt erst ins Dasein gerufen, nicht nur seinen uralten, ehrlichen Namen geraubt — nur ein schmales Rinnsal gelangt noch bei Katwyk als „Oude Ryn" in die See —, sondern ihm jetzt auch noch einen seiner Tributäre, die mächtige Maas, mittels gewaltiger Deichbauten abspenstig gemacht und zum selbständigen Flusse mit eigener Mündung erhoben. Das muß den alten Vater Rhein eigentlich noch mehr geschmerzt haben als seinerzeit die Verluste, welche ihm der Einbruch der Nordsee nach Süden und die dadurch herbeigeführte Trennung Englands vom Festlande verursachten. Denn damals waren es wenigstens unabwendbare Naturereignisse, die ihn seines ganzen Unterlaufes nebst mehreren Nebenflüssen, darunter der Themse, beraubten. Diese Urgeschichte des Rheins und

der Rheinlande, die in manchen Punkten noch weit dunkler und verwickelter ist als Fritz Reuters berühmte „Urgeschicht von Meckelnborg“, soll in folgenden Zeilen kurz dargestellt werden.

Das Rheinische Schiefergebirge mit Hunsrück, Taunus und Eifel schaut als einer der gewaltigsten Horste paläozoischen Gebirgslandes aus den jüngeren mesozoischen Schichten des deutschen Bodens hervor. Die Bezeichnung eines Gebirges verdient es bei seiner nahezu ebenen, aller Schroffen und Grate entbehrenden Oberfläche eigentlich nur noch in Anbetracht seiner Vergangenheit. Es wurde mit seiner Grauwacke, seinen Tonschiefern und ähnlichen Gesteinen während der Devonzeit in einem Meere abgelagert, dann von diesem entblößt und nun während der folgenden Karbon- oder Steinkohlenperiode gleich benachbarten und entfernteren Bodenstrecken zu einem Gebirge teilweise alpinen Charakters emporgefaltet. Diese Faltungen setzten am Ende der mittleren Steinkohlenperiode, der Kulmzeit, mit größter Stärke ein, dauerten, allmählich abnehmend, während der ganzen jüngeren Karbonzeit fort und hörten erst im Perm auf. Am Nordrande dieser Gebirge bildeten sich damals die Ablagerungen des heutigen Aachener und Ruhr-Kohlenbeckens. Die bedeutenden Störungen der ehemals wagrecht abgelagerten devonischen Schichten, die ausgedehnten, oft ganz flachen Überschiebungen, die sich im Norden wie im Süden des Schiefergebirges finden, die bis ins kleinste gehende Fältelung mancher Schiefer bilden ein beredtes Zeugnis für die Gewalt der damaligen gebirgsbildenden Kräfte. Aus einem Kontinent, der sich wesentlich aus horizontalen Schichtlagen aufbaute und in dem nur die ältesten, schon früher gefalteten Gesteine bedeutendere Erhebungen bildeten, schufen sie ein Gebirge mit schroffen, zerrissenen Gipfeln und alpinen, landschaftlichen Formen, die an Schönheit und Großartigkeit den steilsten und wildesten Hochgipfeln der Gegenwart nahegekommen sein müssen. Ein Rhein existierte natürlich um diese Zeit, da die in vollem Gange befindliche Gebirgsbildung erst die Möglichkeiten zur Ausbildung fließender Gewässer schuf, noch nicht.

Wie nun die paläozoischen Schieferalpen zu dem heute vorliegenden Rumpfberglande abgeschliffen sind, ist auf verschiedene Weise zu erklären versucht worden. Ob wir hier die Tätigkeit der Flüsse, die Höhen abtragende, Vertiefungen ausfüllende Arbeit der Atmosphärilien, oder ob wir die Gewalt der brandenden Meereswellen bei abermaliger Senkung des Festlandes und Meeresüberflutung für die Abtragung der Höhen verantwortlich machen sollen, ist ungewiß. Auch eine dritte Erklärung ist aufgestellt worden. Danach hätte während der Perm- und der ihr folgenden Triaszeit im Norden, Osten und Süden der rheinischen Alpen ein heißes Wüstenklima geherrscht, und die stellenweise sehr mächtigen, meist roten Sandsteine und Konglomerate mit Kreuzschichtung, Wellenfurchen, Trocknungsrissen, Steinsalzkristalloiden und anderen Merkmalen wären unter Bedingungen entstanden, wie sie heute noch etwa in der aralokaspischen Senke und anderen Wüstengebieten herrschen.

Darauf war das Land lange Zeitalter hindurch eine Festlandsscholle, und die Erosion, das heißt die Zernagung des Gesteines durch die Atmosphärilien und die Fortschaffung der Trümmer durch das fließende Wasser, entfernte die während der Triaszeit gebildeten Sandsteine wieder, griff auch wohl die alten Devonschiefer an. So findet man den Sandstein nur noch streckenweise aufliegend, indem er Steilböschungen bildet; an anderen Stellen ist er in Schollenform abgesunken und dadurch vor der Abtragung geschützt. Immer schwächer und undeutlicher wurde der alpine Charakter des Berglandes, seine Gipfel rundeten sich ab, seine Steilhänge wurden flacher. Zu Beginn der jüngeren Kreidezeit trat eine abermalige Überflutung von Norden her ein. Das Meer brach weithin über das Land ein und seine Brandungswogen ebneten das Gebirge vollständig ein. Eine reiche Meeresfauna zog zum erstenmal in das Gebiet ein; die gewaltigsten Riesen unter den Ammonshörnern, zahllose Muscheln, Schnecken, Seeigel, Krebse, Fische und andere niedere Tierwesen bevölkerten die Wogen des Kreidemeeres, das besonders mergelige und kalkige Gesteine ablagerte. An sich rätselhafte Hebungen und Senkungen, in deren Wechsel nur die Pendulationstheorie von Reibisch einiges Licht zu bringen scheint (s. Jahrb. I, S. 47; II, S. 112), ließen das Meer im ältesten Tertiär ganz aus Norddeutschland verschwinden, zur Oligozänzeit wiederum gegen die Nord-, Ost- und Südküsten des Schiefergebirges spülen und hier Sande und Tone mit den Resten einer reichen Tierwelt ablagern. Kurz nach dem Schlusse der Oligozänzeit verschwand die See allmählich und für immer aus der Umgebung unseres Berglandes und nun brachen, während sich im Süden die Alpen und die übrigen großen Gebirge Südeuropas emporfalteten, im östlichen, südlichen und zentralen Teile des Schiefergebirges gewaltige zusammenhänge Massen nebst zahlreicheren kleineren Einzelergüssen von Basalt hervor, zum Beispiel im Westerwald, der Rhön, dem Vogelsgebirge, dem Habichtswald und anderen. Auch das größtenteils trachytische Siebengebirge entstand damals. Zum Teil hängen die oft ganz ungeheuren Ergüsse wohl mit dem Aufreißen der zahlreichen Spalten zusammen, zum Teil mit dem Einbruch der hessischen Senke, der breiten bis über Kassel hinausreichenden Fortsetzung der Rheintalspalte.

Nun war auch die Zeit des Rheines gekommen, dessen Entwicklung jedoch durchaus noch nicht in der wünschenswerten Deutlichkeit vor uns steht. Die in der Kreidezeit und später von den Alpen, dem Schwarzwald und Wasgau strömenden Gewässer mußten sich in Ermanglung eines nördlichen Abflusses in der oberrheinischen, ausgedehnten Bodensenke und deren Seitentälern bis tief ins Gebirge hinein aufstauen. Vielleicht fanden sie zum Teil einen Abfluß in das jetzige Stromgebiet der Donau, bis sich dieser Rheinsee, möglicherweise durch eine Spaltenbildung unterstützt, einen breiten Weg nach Norden bahnte. Dr. Kayser hat in einem Vortrage die Geschichte des Mittelrheins kurz dargestellt.*) Danach liegt die alte erste, im Bau des Gebirges vorgezeichnete Trogfläche des Rheins in

*) 14. deutsche Geographentag. — Vgl. dazu Dr. Fr. Drevermann, „Wie entstand das rheinische Schiefergebirge?“ Naturw. Wochenschr., Bd. III, Nr. 19.

300 bis 350 Meter Höhe über dem Meere. Allmählich grub der Strom sein Bett tiefer in die Schichten des mittelrheinischen Devons ein. Eine erste Erosionsterrasse unterhalb jener Trogfläche findet sich an der Ahrmündung in 240 bis 210 Meter Meereshöhe. Sie senkte sich rasch nach Norden und enthält in ihren Aufschüttungen viel zerstörte, wohl von weither angeschwemmte Kreide. Die Hauptterrasse des Rheintals ist im Becken von Neuwied in 200, bei Linz in 180, um Köln in 130 bis 120 Meter Höhe zu verfolgen. Weithin erkennbar ist dann eine noch tiefere in 70 bis 55 Meter Meereshöhe. Als der Rhein sich bis zu dieser Lage hinabgearbeitet hatte, erfolgte die Ablagerung des rheinischen Löß, worauf sich der Fluß noch weiter einschnitt, so daß er bei Honnef bis 38 Meter über dem Meere, bei Köln bis 7 Meter angelangt ist.

Dieser Urrhein bildete ein gewaltiges Delta, mit dem sich das jetzige an Ausdehnung nicht messen kann. Auf der Linie Goch-Wesel-Dorsten besaß es etwa 100 Kilometer Breite und umfaßte wahrscheinlich auch die jetzt von ihm getrennte Maas, weiter nordwärts war es noch viel breiter und endete schließlich an der Ostküste Englands, nachdem es von Westen her die Themse aufgenommen. In jener Zeit existierte also der Kanal noch nicht, England hing mit der gegenüberliegenden Festlandsküste zusammen und die Nordsee erstreckte sich nicht so weit südwärts wie heute. Einen neuen Beweis für diese Annahme hat man durch den Vergleich gewisser Kies- und Tonlager in Holländisch-Limburg und Norfolk an der Ostküste Englands gefunden. Beide Ablagerungen, in denen unter und zwischen dem Kies Tonschichten mit vorzüglichem Material für Ziegel- und Backsteinfabrikation liegen, hält man für Ablagerungen des Urrheins. Ist diese Annahme richtig, so mußten auch die Fossilien, welche in den Tongruben Limburgs gefunden sind, mit denen, die in Norfolk ans Licht gefördert wurden, genau übereinstimmen, und das ist nach den Untersuchungen Prof. Eugen Dubois' in der Tat der Fall. Viele der verglichenen Tier- und Pflanzenformen erscheinen dem Leben in heißeren Zonen angepaßt und verraten uns, daß diese Ablagerungen mindestens in der Tertiärzeit gebildet sind. Später begann die Gegend des südlichen England und der heutigen Niederlande allmählich zu sinken, das Gebiet des Ärmelmeeres und der südwestlichen Nordsee tauchte unter und der Rhein verlegte seine Mündung an die holländische Küste. Wieviel Hunderttausende von Jahren diese hier in wenigen Zeilen geschilderten Veränderungen gefordert haben, läßt sich nicht einmal schätzungsweise angeben.

Ein Punkt von hervorragender Schönheit, das Siebengebirge mit seinen Kuppen und Tälern, bot in der Tertiärzeit einen ganz anderen Anblick als heute. Damals war es ein einziger, großer, aus Tuffen aufgeschichteter Vulkan, dessen dürftiges Skelett allein sich bis heute erhalten hat. Die lockeren Tuffmassen sind längst so gut wie vollständig entfernt, und war jetzt als Bergkuppen das Landschaftsbild bestimmt, sind von der Auswaschung durch fließendes Wasser oder von den Atmosphärilien enthüllte Vulkanstiele oder Trichterausfüllungen oder seitlich zwischen anderen Schichten eingedrungene Eruptivmassen.

Derartige Vulkanstiele und Intrusivmassen sind neuerdings auch an manchen anderen Orten Mitteleuropas festgestellt. Dr. P. Wagner beschreibt eine solche Stelle im Zittauer Gebirge, den sogenannten Humboldtfelsen.*) Hier wird das weite Lausitzer Granitgebiet im Süden von Zittau durch eine riesige Verwerfung begrenzt, längs welcher der anstoßende Quadersandstein ungefähr 280 Meter in die Tiefe gesunken war. Die verschiedene Verwitterbarkeit der beiden benachbarten Gesteinsarten hat aber diesen Höhenunterschied nicht nur im Laufe der Zeit ausgeglichen, sondern sogar die Höhenverhältnisse derart umgekehrt, daß sich jetzt der Sandstein mauergleich etwa 100 Meter über die Zittauer Ebene erhebt. Der Grenzstreifen des Sandsteins ist nun von Schwärmen von Basalt- und Phonolithgängen durchbrochen, in deren Nähe der Sandstein mit außerordentlich festem Kieselsäurezement verhärtet und porös ist, was ihn besonders geeignet zur Herstellung von Mühlsteinen macht.

Besonders gut sichtbar sind diese Verhältnisse in einem Steinbruch von Jonsdorf, an einer Stelle, die einst schon Alexander von Humboldts Aufmerksamkeit gefesselt hatte. Hier durchbricht ein fast kreisförmiger Eruptionsstiel aus Nephelinbasalt in fast senkrechter Richtung den Sandstein. Durch den Steinbruchbetrieb ist dieser Stiel seit Humboldts Besuch bis in 40 Meter Tiefe freigelegt worden, aber leider nicht in dieser Länge erhalten, da die plump kugelförmige Absonderung des 6 bis 8 Meter dicken Stockes den Betrieb gefährdete und die stetige Entfernung der oberen Blöcke erforderte. Im Umkreise des Basaltstieles ist, sicherlich durch Einwirkung des ehemals feuerflüssigen Eruptivgesteins, der Sandstein in Säulen zersprungen, die sich radial um den Basalt anordnen.

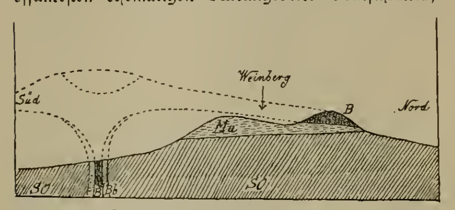
Eine neue, oder wenigstens bisher nicht genügend beachtete Wirkung der Eruptivgesteinsmassen hat Otto Lang am Lamsberg bei Gudensberg in der weiteren Umgegend von Kassel festgestellt.**) Der Fuß dieses Basaltberges ist ringförmig von einem Schichtensattel umgeben, dessen Innenseite steiler aufgerichtet ist als die nach außen abfallenden Schichten. Der steilere Sattelschenkel ist bei Gebirgssätteln, wie die Erfahrung bei Versuchen in kleinem Maße und auch die Betrachtungen an Gebirgsprofilen ergeben hat, immer nach derjenigen Richtung hin geneigt, von welcher aus der Seitendruck wirkte. Bei dem kraterähnlichen Ringsattel des Lamsberges muß die Aufsattelung also von der eruptiven Innenmasse des Berges ausgegangen sein, obwohl die Art der Kraftbetätigung keineswegs für eine Explosionswirkung und jähe Entwicklung von Gasen spricht, sondern für einen allmählichen, nach allen Seiten wirkenden Druck. Am besten erklärt sich deshalb die Bildung eines solchen Ringsattels nach der seit Jahren schon von Stübel vertretenen Theorie, daß das Eruptivmagma (flüssige Gestein) bei seiner Erstarrung sein Volumen vermehre. So verschaffte sich hier an der Mündung des Aus-

*) Naturw. Wochenschr., Bd. III, Nr. 12.
**) Naturw. Wochenschr., Bd. III, Nr. 29.

bruchskanals das erstarrende Magma den zur Ausdehnung erforderlichen Raum, indem es die benachbarten Gesteinsmassen beiseite drängte und zu einem Ringsattel zusammenschob.

Mancherlei Rätsel bietet das Aufsteigen der tertiären vulkanischen Massen und ihr Verhalten zur benachbarten Gesteinsumgebung. Man sollte annehmen, daß die Eruptivmassen sich bei ihrem Empordringen zur Erdoberfläche vorwiegend der im überlagernden Gestein vorhandenen Risse und Spalten bedient hätten. Das scheint jedoch durchaus nicht immer der Fall zu sein. Zwar befinden sich die großen Vulkane vorzugsweise in Bruchregionen der Erde und treten hier oft in Reihen geordnet auf; aber der genaue Nachweis, daß diese Reihen mit den Bruchspalten zusammenfallen, ist in den meisten Fällen noch nicht geführt. Vielfach aber haben neuere Untersuchungen das Gegenteil gezeigt.

Auch für eines der merkwürdigsten und interessantesten ehemaligen Vulkangebiete Deutschlands,



Basaltdurchbruch bei Morles.
B Basalt, Bb Basaltbreccie, So Oberer Buntsandstein, Mu Unterer Wellenkalk ---- Grenze des ehemal. Basaltberges.

das hessische Vulkangebiet, ist eine solche Untersuchung jetzt durchgeführt worden. Schon vor einigen Jahren hatte M. Bauer bei seinem Studium der niederhessischen Basalte gefunden, daß eine Beziehung der Basaltausbrüche zu den das Gebiet durchziehenden Verwerfungsspalten im allgemeinen nicht zu beobachten ist, daß diese Eruptionen vielmehr ganz unabhängig von den Spalten auf isolierten Kanälen stattgefunden zu haben scheinen. Annähernd das gleiche Ergebnis erhielt H. Bücking bei seinen geologischen Arbeiten am östlichen Rande des Vogelsberges, im westlichen Spessart, am südwestlichen Rande des Thüringer Waldes sowie in der Rhön.*)

Bei den ihm bekannt gewordenen zahlreichen vulkanischen Durchbrüchen aus der Gegend zwischen Eisenach und Frankfurt a. M. kann man nach der äußeren Gestalt zylindrische, ziemlich senkrecht zur Tiefe niedersetzende Durchbruchsröhren oder Schlote von rundlichem oder ovalem Querschnitt und langgestreckte gangförmige Ausbruchskanäle trennen. Beide Arten von Durchbrüchen können dreierlei Ausfüllung enthalten: entweder zusammengeballte Gesteinstrümmer, Breccien oder Tuffe genannt, oder neben diesen geschlossene, zusammenhängende Massen von Eruptivgestein (Basalt, Phonolith), oder endlich letztere Gesteine ungemischt allein.

*) Die vulkanischen Durchbrüche in der Rhön und am Rande des Vogelsberges. Beiträge zur Geophysik (1903). Bd. VI, Heft 2.

Die zweite Art der Ausfüllung eines Durchbruchskanals erklärt sich dadurch, daß der emporsteigende Basalt Trümmer der durchbrochenen Schichten abriß und mit nach oben führte. Bei Untersuchung einiger solcher ungeschichteten „Reibungskonglomerate" fiel es auf, daß sie auch Bruchstücke von Gesteinen enthalten, die aus einem geologischen Niveau stammen, das recht beträchtlich höher als die Umgebung der Fundstelle liegt oder wenigstens früher lag. In spaltenreichen, gestörten Gebieten, wo der Basalt auf wirklich beobachteten Spalten emporgedrungen sein kann, läßt sich ein solches Vorkommen unschwer deuten; der Basalt ist hier durch einen Graben, der schon von eingestürzten Massen ausgefüllt war, zwischen diesen emporgedrungen und hat dabei größere und kleinere Blöcke der eingestürzten Gesteine umschlossen.

Betrachten wir einmal einen dieser Durchbrüche genauer. In der Gegend von Morles (Rhön) sind beim Bau einer Straße von Hofaschenbach nach Obernüst zwei Basaltdurchbrüche am Fuße des Weinberges entblößt und mitten durchgeschnitten worden. Da in der Umgegend weitere Basalt- und Tuffmassen nicht vorhanden sind, so handelt es sich nicht um Gesteinsgänge, sondern um senkrecht zur Tiefe niedergehende Schlote von kreisförmigem bis elliptischem Querschnitt. Der westliche Basaltschlot hat ungefähr 15 Meter Durchmesser, der zweite, östlich davon, ist etwa 30 Meter breit. Außerdem ist die nördliche Erhebung des aus unterem Wellenkalk bestehenden Weinberges von einer Basaltkuppe gebildet. Wie wir uns diese entstanden denken sollen, ist in der Abbildung angedeutet. Die Eruptivmassen quollen aus dem Schlot und überfluteten das umgebende, damals noch höhere Gelände, über dem sie sich in Form eines flachen Domes aufwölbten. Dieser Basaltberg wurde später durch die Erosion zerstört bis auf den kleinen Rest an seinem Nordrande. Ist es nicht merkwürdig, daß dieser, obwohl bei weitem nicht so mächtig wie die Mitte, allein erhalten blieb? Aber dieser Durchbruch birgt noch mehr Unerklärliches.

Der zweite größere Schlot östlich von dem eben geschilderten ist in der Mitte von einem gröberen Brockentuff erfüllt, der viele faustgroße Stücke von Wellenkalk, Brocken von Rötschiefertonen, von Phonolith und besonders von Basalt in bis zu kopfgroßen Blöcken enthält. Wenn diese Breccie von unten her aufdrang, so müßten die an ihrer Peripherie befindlichen Massen von der Mitte nach außen geneigt erscheinen, da die Reibung der an den Rändern aufsteigenden Breccie mit den horizontalen Rötschichten ihre Bewegung im Vergleich zur Schnelligkeit der mittleren Masse verlangsamte. Statt dessen sehen wir von den horizontal gelagerten Rötschichten schräg nach der Mitte des Schlotes hin einfallende, deutlich geschichtete graue Tuffe von etwa 6 Meter Breite. Bücking sucht dieses Einfallen nach innen zu durch die Annahme zu erklären, daß nach Beendigung einer späteren Eruption, die nur den mittleren Teil des alten Schlotes ausräumte, der Basalt in der Durchbruchsröhre sich senkte und infolgedessen die am Rande der Röhre stehen gebliebenen geschichteten Tuffe diesem Nachsacken des Basalts trichterförmig folgten. Möglich,

wenn auch nicht sehr wahrscheinlich. Der Aufsturz und das Eindringen einer verhältnismäßig kleinen, mit großer Geschwindigkeit auftreffenden Meteoritenmasse würde diese glatten Durchbrüche und das Einfallen der Randschichten mindestens ebenso gut erklären.

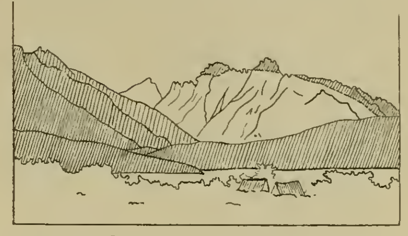
Trichter- oder muldenförmiges Einsinken der anstoßenden Schichten nach dem Ausbruchskanal hat die Geologie bei diesen „vulkanischen Durchbrüchen" sehr häufig festgestellt. Gewöhnlich wird diese Erscheinung aus dem Substanzverlust erklärt, der durch die Ausstoßung der vulkanischen Massen im Untergrunde entstanden ist und, so geringfügig er im Verhältnis zu jenen auch sein mag, doch ein Einsinken der höher gelegenen Schichten bedingte. Zuweilen soll auch gleichzeitig ein Nachsacken vor dem völligen Erstarren der Lava erfolgt sein und mit diesem zugleich ein Niederziehen der anstoßenden Schichten des Nebengesteins.

Den Basaltdurchbrüchen der Rhöngegend scheinen in vielen Fällen Phonolithausbrüche vorangegangen zu sein, worauf die basaltische Lava bei ihrem Heraufsteigen aus der Tiefe hier dieselben Eruptionskanäle benutzt hat wie vorher der Phonolith. In anderen Fällen umgibt der Basalt mantelförmig den Phonolith; nicht selten sind die Durchbruchsröhren nur von Breccien erfüllt.

Den Gehalt der vulkanischen Reibungsbreccien an Bruchstücken höher gelegener Gesteine versucht Bücking in folgender Weise zu erklären. „Vielfach gingen der eigentlichen Eruption basaltischer und phonolithischer Laven heftige Dampf- und Gasexplosionen voraus, welche mehr oder weniger regelmäßig zylindrisch gestaltete Durchbruchsröhren, in selteneren Fällen auch schlitzförmige Kanäle, in dem Deckgebirge aussprengten. Um die Ausbruchsstellen, die Krater, herum bildeten sich aus den emporgeschleuderten Bruchstücken des durchbrochenen Gesteins und den von dem ausströmenden Dampf mit emporgerissenen Bomben, Schlacken- und Aschenmassen wallartige Anhäufungen. Die ausgeschleuderten Gesteinsstücke fielen teils noch während der in Unterbrechungen auftretenden Gas- und Dampferuptionen in den Schlot zurück, teils stürzten sie beim Nachlassen oder Erlöschen dieser ersten vulkanischen Tätigkeit, bei welcher die Gase und Dämpfe eine größere Rolle spielten als die Laven, in die Ausbruchsröhre hinab und füllten sie so nach und nach. Dabei konnten auch Bruchstücke der näher an der Krateröffnung anstehenden Gesteine in recht beträchtliche Tiefen gelangen. War der Schlot etwas weit, so stürzten auch wohl große Schollen von höher gelegenem Gestein im Zusammenhang in denselben und gelangten dadurch in ein viel tieferes Niveau."

Solche Schlotbreccien, unter dem Einflusse kalk- und kieselsäurehaltiger Lösungen verkittet, füllen für sich allein den Schlot dort, wo die vulkanische Tätigkeit nach Ausblasung der Explosionsröhren völlig zum Erlöschen kam oder andere Wege nach oben fand. Folgte dagegen nach einer kürzeren oder längeren Ruhepause der Ausbruch wirklicher Lava durch die mit Breccie gefüllte Röhre, so wurde letztere entweder vollständig ausgeräumt und auch wohl erweitert, oder es blieben an den Rändern hier und da Reste des Ausfüllungsmaterials zurück. Faust- bis kopfgroße Brocken, selbst ganze Schollen des hineingefallenen Gesteins gelangten auch wohl in die aus Basalt oder Phonolith bestehenden Durchbruchsmassen. So befinden sich zum Beispiel in dem Basaltdurchbruch Wildenstein bei Büdingen gefrittete und säulig abgesonderte Sandsteine als oft kubikmetergroße Einschlüsse in dem dichten Feldspatbasalt, der die Ausfüllung eines Eruptionskanals, also einen Stiel, von etwa 50 Meter Durchmesser bildet. Eine ähnliche Frittung und säulenförmige Absonderung hatten nach ein- bis zweijährigem Gebrauche Blöcke aus unterem Buntsandstein am Hochofengestell einer Eisenhütte bei Bieber unter Einwirkung der Hitze erlitten.

Nur ganz ausnahmsweise befindet sich ein Schlot auf einer Spalte der Erdrinde. In der Rhön ist sehr wahrscheinlich die Mehrzahl der von Nord nach Süd gerichteten Bruchspalten erst durch ungleiches Einsinken der Schichtgesteine entstanden,



Der Lakkolith Cerro Payne in der südpatagonischen Kordillere.

nachdem die vulkanischen Herde durch die von Gasen und Dämpfen ausgesprengten Öffnungen sich entleert hatten. Die eigentliche Ursache der vulkanischen Ausbrüche ist ungeklärt: wie könnte das auch anders sein, da sich die Wirklichkeit der Eruptionen selbst noch bezweifeln läßt.

Fast noch interessanter als diese vollendeten Durchbrüche sind die Fälle, in denen flüssige Magmamassen bei ihrem Emporquellen oder Emporgedrängtwerden unter der Oberfläche stecken blieben und uns erst durch die nachherige Abtragung dessen Deckmassen sichtbar und bekannt wurden. Man nennt solche Massen Intrusionen (Eindringlinge) oder Lakkolithe (s. Jahrb. I, S. 75, Brocken als Lakkolith). Eine solche freigelegte Intrusion beschreibt Friedrich Weber in einer Arbeit „Über den Kalisyenit des Piz Giuf und Umgebung und seine Ganggefolgschaft". In den granitischen Gesteinen des östlichen Aarmassivs tritt eine etwa 15 Kilometer lange, schmale Linse eines syenitischen Gesteins auf, das nach seinen Untersuchungen schon durch den Druck einer präkarbonischen (vor der Steinkohlenzeit stattgefundenen) Faltung in die durch Abstau entstandenen Hohlräume des sich wölbenden Bergsattels hineingepreßt wurde. Die karbonische Faltung brachte sodann Nachschübe, namentlich von sauren Graniten, die wie jene ersten Massen erstarrten. Die tertiäre Hauptfaltung des Alpengebiets hat an den erstarrten Magmamassen mechanische Wirkungen, wie Druckklüftung und Druckschieferung, hervorgebracht.

Schöne Lakkolithe hat Hauthal in der südpatagonischen Kordillere aufgefunden. Das Eruptivgestein ist bei einem derselben, dem Cerro Payne, ein Granit, an den sich die der oberen Kreide angehörenden Schichtgesteine, in die er eingedrungen ist, ringsum anschmiegen. In der Natur lassen sich diese Verhältnisse schon von fern erkennen, da der Mantel der dunkleren Kreideschichten sich scharf von dem hellen Granitkern abhebt.

Verdronken Lant.

Die deutschen Küsten der Ostsee und der Nordsee, ebenso wie die Englands, der Niederlande, Dänemarks und Schwedens umsäumt eine lange Kette versunkener Wälder, Moore und moorähnlicher Süßwasserbildungen. Die Mehrzahl derselben weist auf eine Senkung des Landes, die vor dem Beginne der Gegenwart zur Zeit der Herrschaft der Eiche stattgefunden hat und offenbar gleichbedeutend mit dem als Litorinasenkung bezeichneten Vorgange ist. Auf der skandinavischen Halbinsel sind viele dieser Bildungen infolge einer die Neuzeit begleitenden Hebung ganz oder fast ganz wieder aus den Fluten des Meeres emporgetaucht und deshalb leicht zu untersuchen. Schwieriger ist eine solche Untersuchung an den deutschen Küsten, da diese entweder noch in der Ruhelage verharren oder gar, wie die Küsten Hinterpommerns und Preußens, anscheinend in erneuter oder fortdauernder Senkung begriffen sind.

Für die Kieler Föhrde, diesen für Deutschlands Kriegsmarine so überaus wichtigen Großhafen, hat C. A. Weber auf Grund einer Anzahl Bohrungen diese Senkungen und die damit verknüpften Landverluste und Ablagerungen festgestellt.*) Danach lag der Boden der Föhrde beim Beginne der ältesten semiterrestrischen Süßwasserbildungen mindestens 14·10 Meter höher als jetzt. Als er so weit gesunken war, daß er noch 7·5 Meter höher lag als jetzt, erfolgte der Eintritt des salzigen Wassers in die bis dahin gegen die Ostsee abgeschlossene, großenteils von Süßwasserseen erfüllte Föhrde. Durch das Höhersteigen der Fluten wurden die alten Süßwasserbildungen zu einem großen Teile abgetragen und zerstört.

Geraume Zeit vor dem Übergange des Süßwassers in das Salzwasser bestanden auf dem Boden der inneren Föhrde mehrere menschliche Wohnstätten, welche der älteren neolithischen Kultur angehören. Sie wurden verlassen, als das Land noch 8·5 bis 9 Meter höher lag als jetzt, weil von dem Zeitpunkte an die Überflutung des Wohngebietes, zunächst noch mit süßem Wasser, begann. In dieser Tiefe findet man ihre Reste gegenwärtig unter dem Mittelwasser der Föhrde. Die herrschenden Waldbäume zur Zeit des Rückzugs der Steinzeitmenschen aus den Wohnsitzen waren Eiche und Erle; daneben kamen Kiefer, Weißbirke und Winterlinde, vielleicht auch schon Hasel und Apfel vor.

Nach diesem Höhepunkt der Eichenzeit, als das Wasser mehr und mehr versalzte, erfolgte die Einwanderung der Buche in der Umgebung der Gewässer.

*) Botan. Jahrbücher für Systematik 2c., Bd. 35 (1905), Heft 1.

Unter dem heutigen Boden der Kieler Föhrde, der in 0·5 bis 2 Meter Dicke aus den Absätzen der heutigen Ostsee, vermengt mit durch den Schiffsverkehr bedingten Abfällen verschiedenster Zeiten, besteht, liegt eine angeblich bis 19 Meter mächtige, aus Moorlebertorf bestehende Ablagerung der Litorinazeit,*) während deren der Salzgehalt des Wassers der innersten Föhrde, nach den Lebensgewohnheiten der damals dort lebenden Kieselalge (Diatomee) zu schließen, an der Oberfläche mindestens 2 Prozent, vielleicht aber über 3 Prozent betrug (heute 1·62 oben, 1·91 in der Tiefe). Unter den Litorinaablagerungen sind zunächst Brackwasserbildungen, dann mehr oder minder ausgedehnte, bis 3·5 Meter dicke Süßwasserschichten in Gestalt von Moostorf verschiedenster Zusammensetzung, von Farntorf, Kladiumtorf, Waldtorf und Kalkmudde erhalten geblieben.

Verdronken lant, wie alte Karten diese untergetauchten Gebiete nennen, weist W. Deecke auch am Südufer der Ostsee an verschiedenen Stellen nach.**) Sein Versuch einer Erklärung dieser sich als Untiefen abhebenden Stücke des Meeresbodens läßt uns anregende Einblicke in die jüngste geologische Vergangenheit der Ostsee tun.

Vier Untiefen erschweren vor der pommerschen Küste die Schiffahrt, der Plantagenetgrund westlich von Rügen, der Adlergrund zwischen Rügen und Bornholm, die Oderbank in der Pommerschen Bucht, der Mitte des tiefen Winkels, den die Küste mit den Inseln Usedom und Wollin macht, und die Stolpebank vor dem hinterpommerschen Ufer zwischen Jershöft und Leba. Der Adlergrund verursachte vor einigen Jahren mit seinen Steinen und steinigen Riffen die Strandung eines deutschen Kriegsschiffes und die Oderbank beginnt ebenfalls tiefgehenden Dampfern gefährlich zu werden.

Die Ostsee ist in diesem südlichen Abschnitte so flach und ein so jugendliches Gebilde, daß ihr Boden eigentlich zu dem anstoßenden Pommern gehört und nur durch Vergleichung mit dessen Oberflächenformen befriedigend erklärt werden kann. — Für die Voreiszeit sind zwar weiter westlich, im Beltgebiet und in Schleswig-Holstein, im Meere gebildete Ablagerungen nachgewiesen, nicht jedoch bisher in Pommern und Bornholm. In der Hauptzwischeneiszeit vor der letzten Vereisung hat das Meer augenscheinlich bis Rügen gereicht, weiter gegen Osten jedoch nicht. Mancherlei Anzeichen weisen darauf hin, daß nach der Eiszeit das ganze pommersche und angrenzende Ostseeareal zunächst um 40 bis 50 Meter höher als gegenwärtig lag. Im Warnemünder Trajekthafen fand E. Geinitz bei der Ausbaggerung einen alten Waldboden 6 Meter

*) Die Periode der völligen Abschnürung des Ostseebeckens vom Salzmeere wird durch zwei kleine Süßwasser-Napfschnecken, Ancylus-Spezies, charakterisiert, daher Ancylusperiode; ihr folgt die durch das Auftreten zweier kleiner Deckelschnecken als Leitfossilien (Litorina litorea und rudis) gekennzeichnete Litorinazeit, die eine erneute Verbindung der Ost- mit der Nordsee brachte.

**) Neues Jahrb. für Mineral., Geol. u. Pal. 20. Beilage-Band (1905), Heft 3.

unter dem Meeresspiegel und kam nach dieser und anderen Beobachtungen zu dem Schlusse, daß das Land in jungpostglazialer Zeit um 50 Meter gesunken sei. Das gleiche Ergebnis hatten die Untersuchungen H. Kloses über die vorpommerschen Stromtäler, die bei der heutigen Höhenlage mit ihrem bis 10 Meter unter Normalnull reichenden Boden unmöglich hätten ausgewaschen werden können. Er erwähnt ferner ein Torfmoor 7 Meter unter Wasser am nördlichen Auslauf des Strelasundes in der Vierendehlsrinne. An der Südspitze Bornholms gibt es Reste versunkener Wälder, und der Greifswalder Bodden besitzt mehr die Gestaltung eines Festlandes als eines Meeresbodens.

Diese höhere Lage des Landes kommt der Ancyluszeit zu und war die Ursache, daß die Ostsee ein Binnengewässer mit einem Hauptausfluß durch den Sund wurde. Bei einer letzten Senkung drang das Nordseewasser ein und schuf die bis nach Haparanda reichende sogenannte Litorinasee. Diese Litorinasenkung brachte das vorher von den dänischen Inseln über Rügen bis Bornholm reichende Festland in die Wellenwirkung der einbrechenden See, und daraus erklären sich nicht nur zahlreiche Formen der pommerschen Küste, sondern auch die Reliefverhältnisse der vier Untiefen, die eben vor dem Untertauchen Hügelgruppen bildeten und über ihre Umgebung um ebenso hoch emporragten, als es zahlreiche, ähnlich gestaltete Teile des Festlandes gegenwärtig tun. Diese Hügelgruppen aber verdanken ihre Entstehung der Eiszeit, indem sie teils von den Gletschern als Moränen oder Kames aufgeschüttet, teils von Eiszeitgewässern angehäuft wurden.

Die Plantagenetbank erklärt sich einfach als Staumoräne, genauer als Teil eines Staumoränenzuges, der in der Schwarbe (Nordwittow) beginnend über den Dornbusch von Hiddensö bogenförmig nach Nordwest verlief. Verursacht wurde er durch den Widerstand, den Wittow und das zentrale Rügen der Bewegung des von Norden drängenden Gletschers bereiteten; es entstand eine Stauung des Eises, während welcher sich die Schuttmassen des Gletschers ablagerten. Die Oderbank erscheint als ein Jasmund entsprechendes Gebirgsstück, das mit seinen Stillstandslagen und Dünen ein Haff absperrte, aus dem bei Stubbenkammer die Oder abfloß. Der Adlergrund macht den Eindruck einer Moränen- oder Kameslandschaft,*) mit Hügelkuppen und einem tiefen Schmelzwassertal. Die Stolpebank läßt sich nicht so sicher deuten, ihre Entstehung ist wesentlich anderer und verwickelterer Art als die der vorigen.

Als nun mit der Litorinasenkung die See über diese ehemaligen Höhen trat, wurden durch die Meereswogen die Oberflächen der untertauchenden Gebiete abgehobelt und unendliche Sandmassen gegen die dahinterliegenden Landstriche getrieben, in die Buchten des Hinterlandes, in den Eingang des Strelasundes, an die Inselkerne von Usedom und Wollin, an die hinterpommerschen Moränenzüge, und so wurde ein ursprünglich buchtenreiches Ufer zur einförmigen Linie ausgeglättet.

Für die bewegte Vergangenheit der Ostsee spricht auch die reiche Gliederung ihres Beckens und die verwickelte Gestalt ihres Bodens, welch letztere Prof. Krümmel auf Grund der internationalen Untersuchungen der nordeuropäischen Meere sowie früherer Forschungen dargestellt hat.*) Eingesenkte Kessel und Rinnen, aufragende Klippen und Kuppen nebst den die Oberfläche unterbrechenden, Festlandbrocken darstellenden Inseln gestalten das Baltische Meer aufs mannigfaltigste und lassen es als ein nur oberflächlich überflutetes Stück Binnenland erscheinen.

Während der Rückzugsperiode der letzten Inlandgletscher ein von den diluvialen Riesenströmen durchfurchtes Gebiet, verwandelte sich die Ostsee in nachdiluvialer Zeit, während die südliche Nordsee noch als Festland zu Tage lag, in einen Süßwassersee, der durch die um etwa 50 Meter höher als jetzt liegenden dänischen Inseln von der nördlichen Nordsee geschieden war und durch breite Flußrinnen nach ihr zu entwässert wurde. Dann senkte sich die trennende Landschranke eine Zeitlang tiefer als gegenwärtig und der Wasseraustausch zwischen den beiden Becken wurde reger, so daß die hin- und zurückwogenden Flut- und Ebbeströme die alten Flußbetten zuschütteten. Jetzt ist ein mittlerer Stand erreicht und aus der Vergangenheit ist bruchstückweise ein Gewirr verschlungener Flußrinnen von mehr als 40 Meter Tiefe am Boden des Kattegat und der Belte erhalten, während die Mitteltiefe im Kattegat nicht ganz 30 Meter, in der Beltsee bis zur Kieler und Mecklenburger Bucht gar nur 16 Meter beträgt. Die übrige Ostsee dagegen ist im Mittel rund 70 Meter tief und, wenigstens östlich von Bornholm, großzügiger in den Bodenformen.

Auch die Bodenarten unseres Binnenmeeres deuten darauf, daß es sich erst in jüngerer Zeit gebildet hat und daß der Meerestrog ein Teil des angrenzenden Festlandes ist. Längs der schwedischen Küste zeugen zahllose Bänke und Kuppen unter Wasser, die Fortsetzung der schwedischen Schäreninseln, dafür, daß wir es hier mit überflutetem, untergetauchtem Festlande zu tun haben, und dasselbe bezeugen längs der südlichen Ostseeküsten die vielen und beträchtlichen diluvialen Steingründe, auf denen die in der Nordsee ganz unbekannte Steinfischerei zur Versorgung der Küste mit Bausteinen beruht. Manche dieser Untiefen ähneln den Endmoränenpackungen, die im norddeutschen Flachlande in langen, bogenförmigen Linien sich hinziehen, andere sind Steinstreuungen, die auf Küstenzerstörung diluvialer Strandbildungen durch die See und auf völlig abgebrochene Inseln zurückzuführen sind.

Noch jetzt bewahrt das Baltische Meer viel von dem Charakter eines Süßwassersees, der es einst war. Gegen $1^3/_4$ Millionen Kubikkilometer Landes mit durchschnittlich 600 Millimetern Jahresniederschlägen entwässern in das Ostseebecken, das

*) Als Kames bezeichnet man einzelne, regellos angeordnete Hügel und Rücken aus horizontal geschichteten Sanden und Kies, die in einer Abschmelzzone des Inlandeises unter Mitwirkung fließenden Wassers entstanden zu sein scheinen.

*) Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde zu Berlin, Heft 6, Berlin 1904. — Referat von Dr. Fr. Lampe, Nat. Wochenschr., Bd. IV, Nr. 6.

außerdem noch beträchtliche Süßwassermengen durch den unmittelbaren Regenfall empfängt. Nach Krümmel besteht ein Sechzigstel der Wassermasse der Ostsee aus den jährlichen Niederschlägen des Entwässerungsgebietes und des Seebeckens, das heißt in 60 Jahren würde sich, auch wenn man den Verlust durch Verdunstung abrechnet, das leere Becken bis zur gegenwärtigen Seespiegelhöhe mit Süßwasser füllen. Notwendigerweise muß also ein großer Teil oberflächlich in die Nordsee abfließen, während in der Tiefe durch die Verbindungsstraßen von dort salzhaltiges Meerwasser zurückfließt. Die Durchmischung der verschieden salzhaltigen Schichten geht nur langsam vor sich, und je weiter nach Osten, desto mehr schwindet der Salzgehalt. Die Nordsee hat 32 bis 35 Tausendteile Salzgehalt, bei Skagen sind an der Oberfläche noch 30 Promille Salz vorhanden, im nördlichen Großen Belt nur noch 20, ebenso viel im Grunde der Kieler Bucht; bei Bornholm finden sich dagegen nur noch 7, im Bottnischen Busen 2 bis 4 Promille Salz.

Der höhere Salzgehalt der westlichen Meeresteile hat eine verschiedene Seespiegelhöhe der Ostsee in ihren verschiedenen Teilen zur Folge, indem zur Erzielung des Gleichgewichts zwischen dem leichteren östlichen und dem schwereren westlichen Wasser der Wasserstand im Osten etwas höher ist. Im ganzen liegt der mittlere Ostseespiegel um 25 Zentimeter über dem Spiegel des Skagerak und bei Memel steht das Meer etwa 30 Zentimeter höher als bei Kiel. Die Gezeiten machen sich gegenüber dieser Erscheinung und den durch Windstau hervorgerufenen Unregelmäßigkeiten des Wasserstandes kaum bemerklich. Recht rätselhaft ist dagegen noch eine vierte Veränderung der Seespiegelhöhe.

Mit den Jahreszeiten hebt und senkt sich der Wasserspiegel derart, daß im August und September, also nach dem starken Landwasserzufluß des Frühjahrs, die Wassermasse größer ist als im April und Mai, nach der winterlichen Hemmung des Landabflusses. Aber der Pegelstand schwankt nicht nur nach Jahreszeiten, sondern auch noch in weiteren Zwischenräumen. In den Jahren 1888, 1891, 1897 und 1900 wurden Tiefstände der Pegel verzeichnet, in anderen Jahren höhere, 1898 und besonders 1899 sehr hohe Pegelstände. So lag zum Beispiel der mittlere Seespiegel 1897 an der schwedischen Küste 10 Zentimeter, bei Swinemünde 8 Zentimeter tiefer als im folgenden Jahre. Schwankungen des Zuflusses vom Lande scheinen nicht der Grund dieser Unterschiede zu sein; denn in den ziemlich nassen Jahren von 1888 bis 1891 stand der Spiegel tiefer als in den trockenen von 1892 und 1893. Ob sich zeitweise die Masse des Zuflusses von der Nordsee her ändert oder ob doch ein Zusammenhang mit Trockenzeiten besteht, wie Brückner sie abwechselnd mit nasseren Perioden eintreten läßt, müssen weitere Beobachtungen lehren.

Die Sturmfluten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten vom 30. und 31. Dezember 1904 haben einmal wieder gezeigt, wie gewaltige Wasserstandshöhen der Rückstau zu stande bringen kann. Die an den vorhergehenden Tagen von starken West- und Nordwestwinden fortgedrängten Wassermassen der Ostsee wurden durch den am 31. nach Nordost umspringenden Sturm mit so großer Gewalt an die deutschen Küsten zurückgetrieben, daß sie beträchtlichen Schaden anrichteten. In der Trave bei Lübeck stieg die Sturmflut 2·33 Meter über Mittelwasser (am 13. November 1872 3·17 Meter). Doch scheinen die Landverluste unbedeutender gewesen zu sein, als man befürchtete.

Dürre und Klimawechsel.

Während in unserem Erdteil im allgemeinen ein solcher Überfluß an Wasser herrscht, daß wir uns der andrängenden Fülle oft nur mit Hilfe von Dämmen, Deichbauten, Stauanlagen und Kanälen zu erwehren vermögen, schmachten andere Kontinente unter stetig zunehmender Dürre. Dies Übel macht sich besonders in Afrika und Zentralasien bemerkbar, wo sich langsam eine Klimaänderung einzuleiten scheint. Betrachten wir zunächst die Verhältnisse Südafrikas.

Schon Livingstone erkannte mit seinem scharfen Blick die gewaltigen Veränderungen, die sich in dem Wasserreichtum des Kalaharibeckens, ja ganz Südafrikas vollzogen haben. Wiederholt weist er auf die Abnahme der Niederschläge in historischer Zeit hin und betont, daß die mittlere und nördliche Kalahari ein alter See gewesen ist. Er schloß dies aus den Resten rezenter Gastropoden (Schneckenreste der Neuzeit) in den überall unter dem Sande auftretenden Kalklagern. Ja er fand sogar eine Erklärung für die Trockenlegung dieses alten Seebeckens. Bei dem Anblicke des gewaltigen Durchbruches des Sambesi durch das Hügelland an den Viktoriafällen kam ihm der Gedanke, daß dieser Durchbruch mit dem Aufhören des alten Sees zusammenhänge. Dieser Scharfblick des durchaus nicht geographisch geschulten Missionärs ist um so bewundernswerter, als noch heute in der wissenschaftlichen Welt die Kalahari zumeist für ein altes Wüstengebiet und ihr Sand für eine uralte äolische Aufschüttung gilt.

Dr. Siegfried Passarge, der der Kalahari Jahre mühsamen Studiums gewidmet hat, ist geneigt, sich dieser Ansicht Livingstones anzuschließen.*) Wenn auch die feuchten Seewinde infolge der hohen Umrandung des gewaltigen südafrikanischen Plateaus beim Aufsteigen auf die Höhen ihre Feuchtigkeit abgeben und als trockene Winde auf das hohe Binnenland gelangen, so fehlen im Innern des Kontinents und in der Kalahari Regenfälle zur Winterszeit keineswegs. Dennoch nimmt merkwürdigerweise das Wasser in Südafrika selbst in historischer Zeit ständig ab. Passarge hat alle darauf zielenden Tatsachen zusammengestellt und kommt zu dem Ergebnis, daß eine Fülle von Beobachtungen nicht nur auf eine Wasserabnahme in historischer Zeit hinweist, sondern daß Ablagerungen, Flußbetten, alte Seeböden auf ein wesentlich anderes Klima und einen sehr viel größeren Wasserreichtum in der Vergangenheit schließen lassen. Das Problem der Klimaände-

*) Passarge, Die Kalahari. Berlin 1904. Weiteres aus dem Werke in dem zoologischen Abschnitte.

rung drängt sich in der Kalahari durchaus in den Vordergrund.

Stellenweise scheint die Wasserabnahme so schnell fortzuschreiten, daß wichtige wirtschaftliche Folgen unausbleiblich sind. Auf solche weist zum Beispiel ein kürzlich veröffentlichter Brief des südafrikanischen Missionärs P. J. Hiller S. J. aus dem Jahre 1898 hin. Darin heißt es u. a.:

Unerklärlich ist mir die Abnahme des Wassers seit zwölf Jahren; viele Orte mußten von den Negern einfach aufgegeben werden, weil die Quellen verschwanden. Eine große Pflanzung von Mangobäumen fanden wir an einem ganz trockenen Orte, wo man über zwei Stunden zum Wasser hat; früher soll ein Flüßchen dort das ganze Jahr geflossen sein.

Niame und Timbuktu über die Stromschnellen bei Bußa leitete, daß der Flußspiegel sich mehr und mehr senke, und zwar stärker im oberen, merklich aber auch im unteren Flußteile. So kann zum Beispiel der Flußdampfer Nupe jetzt den künftigen Endpunkt der im Bau befindlichen Bahn von Lagos zum Niger, Jebba, der vor 15 Jahren bequem erreicht wurde, nicht mehr erreichen.

Auch nach den Beobachtungen der Eingeborenen ist der Flußspiegel bis nach Timbuktu in stetem Fallen begriffen. Inseln, die vor 40 Jahren bei Hochwasser völlig verschwanden, so daß ihre Bewohner sich auf die höheren Flußufer flüchten mußten, bleiben jetzt selbst in Jahren mit ungewöhnlich starkem Hochwasser überschwemmungsfrei und dauernd bewohnbar.



Die Schrumpfung des Tschadsees.

In Boroma haben wir einen kleinen Teich. Als ich 1884 nach Boroma kam, im Oktober, war der Teich bis an die Ufer voll, fast sechs Monate nach dem Regen. Jetzt ist er schon seit mehreren Jahren in diesem Monat trockenes Feld, bis auf ein ganz kleines tieferes Loch; auch die Fische sind fast ganz verschwunden.

Vor zwölf Jahren wurde in Tete viel Weizen gebaut, so daß ich selbst, als ich nach Tete kam, ein ganzes Boot mit Weizen beladen nach Masoa senden konnte, und zwar spottbillig. Jetzt müssen wir schon seit zehn Jahren Weizenmehl für Brot und für die Messe aus Europa beziehen, da es hier nicht mehr möglich ist, Weizen zu bauen, weil die Regen mit Monat März wie abgeschnitten sind, während wir früher oft im Mai und Juni kleine Regen hatten. Die Sache ist mir ein Rätsel; Afrika scheint ganz auszutrocknen. Man spricht von Perioden von sieben bis zehn Jahren, doch jetzt dauert diese Periode schon 14 Jahre und darüber.

Die zunehmende Austrocknung Afrikas macht sich jedoch nicht nur im Süden des Erdteils, sondern auch im Norden bemerklich. Aus dem Stromgebiet des Niger wird die Tatsache von E. Fourneau, dem berühmten Durchquerer der Sahara, auf Grund persönlicher Erfahrungen und der Berichte von Eingeborenen bestätigt.*) Fourneau bemerkte, als er in den Jahren 1902 bis 1904 die Provianttransporte der französischen Regierung auf dem Niger von der Mündung bis

*) Renseignements Colon. 1905, Nr. 3.

Die großen afrikanischen Seen bestätigen die Wasserabnahme im schwarzen Kontinent gleichfalls, vor allem der gewaltig zusammenschrumpfende Tschadsee. Obwohl ohne Abfluß und durch den Schari nebst kleineren Zuflüssen dauernd gespeist, schwinden seine Wassermassen infolge der überwiegenden Verdunstung fast sichtlich. Zur Zeit der älteren Reisenden, wie Barth und Nachtigal, umfaßte seine Oberfläche bei Niedrigwasser etwa 27.000, bei starkem Hochwasser gegen 50.000 Kubikkilometer; heute ist er bei niedrigem Wasserstande nur noch 10.000 Kubikkilometer, zur Zeit des Hochwassers vom Oktober bis Januar kaum doppelt so groß. Die dem Ufer zunächst liegenden Teile des Sees verwandeln sich in Sumpf und Grasebene, die Inseln verbinden sich mit dem Lande; das Mündungsdelta des Schari rückt immer tiefer in den See und der Bahr el Gasal, ein anderer früherer Zufluß, liegt schon völlig trocken.

Ähnlich verhält es sich mit den ostafrikanischen Seen. Der vor etwa 20 Jahren im Süden Äthiopiens entdeckte Stephaniesee ist bis heute auf den dritten Teil seines damaligen Umfangs eingeschrumpft. Der Schirwasee, den Livingstone 1859 östlich des den Nyassa und Sambesi verbindenden Schire auffand, soll bis auf einige Wasserlachen völlig verschwunden sein (was übrigens neueste Karten, zum Beispiel in Stielers Handatlas Afrika Blatt 7, nicht bestätigen); seine Inseln sollen landfest geworden sein.

Die Beobachtungen der Wasserstandshöhen des Viktoriasees, die wegen der innigen Beziehun-

gen dieses ungeheuren Wasserbeckens zum Nil von besonderer Bedeutung sind, haben in den Jahren 1896 bis 1902 ergeben, daß der Wasserstand während dieser acht Beobachtungsjahre im ganzen um 197 Millimeter, das heißt der Inhalt des Sees um durchschnittlich 1·6 Kubikkilometer jährlich, abgenommen hat. Das ist im Verhältnis zum Abfluß des Sees über die Riponfälle, der rund 18 Kubikkilometer jährlich beträgt, durchaus nicht zu unterschätzen.

Wir richten unsere Blicke von den brennenden Gestaden Ostafrikas über den Indischen Ozean nach den Gegenden, die wir als das Paradies der Erde, als die Wiege der Menschheit preisen hören. Aber auch von dort her ertönt uns dasselbe traurige Lied.

„Im hungernden Indien" betitelt sich ein Abschnitt in Pierre Lotis neuestem Werk „Indien ohne die Engländer".*) Das Reich des Nizam in Dekhan, die Radjputana in Nordindien erfüllten durch den Anblick verhungernder Volksmassen das Herz des Reisenden mit Entsetzen. Er befindet sich auf dem Hochplateau im Innern Indiens. „Von Stunde zu Stunde nimmt die Trockenheit zu, je mehr wir in die Monotonie der Ebenen eindringen. Die Reisfelder sind wie durch Feuer zerstört, die etwas widerstandsfähigeren Hirsefelder fangen an gelb zu werden, auch sie sind hoffnungslos dem Untergange geweiht. In den wenigen noch frisch scheinenden Feldern sind Wächter angestellt, um die Ratten und Vögel zu vertreiben, die sonst alles verzehren würden. Armselige Menschheit, auf die der Hungertod lauert und die hartnäckig doch noch ein paar elende Körner verteidigt gegen den verzweifelten Hunger der Tiere."

Viel schlimmer aber steht es in der Radjputana, wo die Landbevölkerung in die Städte geströmt ist, um dort an den Toren und auf den Straßen zu verhungern, während die Kinder und die Greise an den Kreuzwegen und den Eingängen der Dörfer, wo die Eisenbahn hält, das Lied des Hungers singen, wo die Menschen zu Tausenden umfallen aus Mangel von ein wenig Reis, den man ihnen nicht hinschickt. „In dieser Gegend ist alles tot, die Wälder sowohl wie die Dschungel. Die Frühjahrsregen, die das Arabische Meer früher sandte, fehlen seit mehreren Jahren, sie haben einen anderen Weg genommen und ergießen sich in ganz unnützer Weise über das öde Balutschistan. Und die Ströme haben kein Wasser mehr, die Flüsse trocknen aus, die Bäume können sich nicht mehr belauben."

„Vor meinen Augen fliegen seit Stunden die Wälder vorüber; hier gibt es keine Palmen mehr, sondern Bäume, die den unseren gleichen; wenn sie nicht so groß wären und der Boden so wild verwachsen, so könnte man sich fast in unsere heimischen Wälder versetzt glauben. Schwach und grau ist das Astwerk und die allgemeine Färbung ist die unseres Eichenlaubes im Dezember. So muß das alte Gallien im Spätherbst ausgesehen haben; aber wir sind in Indien und im April, und diese tropische Hitze verwirrt den Geist. Backofenglut über der Winterlandschaft! Obgleich man im Laufe dieser ersten Tagereise das drückende menschliche Elend noch nicht ahnt, so hat man doch schon das Gefühl von etwas Anormalem, von einer hoffnungslosen Verwüstung, einer Art Todeskampf der ausgesogenen Erde. Indien, die Wiege Europas, ist unwiderruflich ein Land der Ruinen."

Aber Indien, in dessen Nordwestecke zwischen dem Indus und der Radjputana sich ja die Wüste Thar ausbreitet, unterliegt nicht allein der Verdorrung. Ähnliche Erscheinungen sind laut den Berichten Sven Hedins, Kropotkins und anderer Forscher im Innern Asiens zu beobachten. Auch hier eine auffällige Austrocknung, die sich nach Kropotkin nicht auf das zentrale Asien allein, sondern auf die gesamte Fläche von Asien und Europa, besonders auf die nördlichen und die höher gelegenen Teile dieser Kontinente, erstreckt.

Nach Sven Hedin befindet sich eine vom tiefen Innerasien westwärts bis Süd- und Südostrußland reichende Landzone seit Jahrhunderten im Zustande allmählicher Austrocknung. Nach den alten, oft beträchtlich über dem heutigen Wasserspiegel liegenden Strandlinien besaßen die vielen, zum Teil sehr umfangreichen Seen im südlichen Tibet ehemals eine weit größere Ausdehnung als gegenwärtig. In der jetzt vollkommen zur Wüste gewordenen Umgebung des berühmten Lopsees in Turkestan hat früher eine zahlreiche Bevölkerung gewohnt und das Gebiet des Tarimflusses wurde in seinem mittleren Teile von einer verkehrsreichen Straße durchzogen; jetzt schimmern nur traurige Überreste jener klimatisch begünstigteren Zeit unter dem Wüstensande hervor. Auch in der Umgebung des Aralsees und in den kaspischen Steppen längs der unteren Wolga hat die Ausdörrung deutliche Spuren hinterlassen.

Artur Stentzel sieht die Ursache dieser Austrocknung, die er auch für Nordamerika und Grönland nachzuweisen versucht, in einer allmählichen Zunahme der Sonnenwärmestrahlung.*) „Mag man nun", so schreibt er, „mit Geikie sechs oder gar noch mehr Einzeleiszeiten in der quartären Formation anerkennen, eine gewisse Einheitlichkeit der ganzen Erscheinung wird man darum nicht bestreiten dürfen, denn die Interglazialzeiten stellen sich nicht als Lücken in der Gletscherperiode, sondern nur als Epochen des Zurückweichens der Vereisung dar, so daß wir gegenwärtig, trotz der herrschenden Interglazialzeit, noch ein großes Areal der kontinentalen Erdoberfläche — Grönland, Alaska und die meisten Hochgebirge — vergletschert finden. Und diese eine große quartäre Eiszeit trat in ihren Partialvergletscherungen zuerst in schärfster Form auf, während die späteren Vorstöße der Gletscher jedesmal schwächer wurden, ebenso die Interglazialzeiten. Bestätigt wird dies durch die Befunde Pencks, der in seiner Höhenkarte der Schneelinie während der Eiszeit nähere Angaben macht; in Schottland beispielsweise lag die Schneegrenze in den ersten drei

*) Deutsch von M. Toussaint. Verlag Hüpeden und Merzyn, 1905.

*) Die Entstehung der Eiszeiten. (Das Weltall 5. Jahrgang, 1905, Heft 16 und 17).

(Geikieschen) Eiszeiten unter 300 Meter, in der vierten 300 bis 500 Meter, in der fünften in 760 Meter und in der sechsten in 1070 Meter Seehöhe. Ob dem jetzigen wärmeren Klima, das wir einstweilen, wie gesagt, als Interglazialzeit betrachten wollen, eine neue Eiszeit in geologisch naher Zeit folgen wird, werden wir später zu beantworten versuchen, hier sei nur daran erinnert, daß der Höhepunkt der allgemeinen Erwärmung noch nicht erreicht sein kann, weil die schon seit vielen Jahrhunderten andauernde Abnahme der Gletscher noch immer fortbesteht."

Als einzigen Weg, diese Zunahme der irdischen Erwärmung zu erklären, sieht Stentzel nach Prüfung aller anderen Annahmen nur die Hypothese, daß gegenwärtig nicht, wie meist angenommen wird, schon eine Abnahme, sondern vielmehr eine Zunahme der Sonnenwärmestrahlung stattfinde. Eine Abnahme der Strahlung anzunehmen, scheine um so mehr gewagt, als der Sonnenball gegenwärtig noch keineswegs im Stadium abgeschlossener Elementbildung steht, sondern nach dem Sonnenspektrum, das kaum den zehnten Teil der Spektrallinien irdischer Elemente aufweist, noch als ein sehr unfertiger, halb gasförmiger, halb flüssiger Substanzball aufzufassen ist. Ob die Sonnenflecken als Zeichen beginnender Krustenbildung, also als Beweise für die Abkühlung des Sonnenganzen zu gelten haben, ist ebenfalls sehr die Frage. Wäre dies der Fall, so würden sie einerseits nicht so zerstreut, anderseits nicht in zwei beiderseits des Äquators gelegenen Zonen, sondern an den Polen in größter Häufigkeit auftreten. Vermutlich handelt es sich bei den Sonnenflecken im einzelnen um örtlich begrenzte Folgeerscheinungen vorangegangener Eruptionen (Fackeln, Protuberanzen), im allgemeinen aber, wie Emile Anceaux kürzlich dargetan hat, um mittelbare Folgen des Auftretens von Ebbe und Flut auf dem Sonnenkörper, verursacht durch die gemeinsame Wirkung von Jupiter, Venus und Erde.

Findet aber eine solche Wärmesteigerung auf die Sonne noch statt, so erklärt sich ungezwungen sowohl die Wärmezunahme in der mesozoischen Ära und im unteren Tertiär, als auch die allgemeine Abnahme der Gletscher seit dem Diluvium. Dann erklärt sich ferner auch die oben angedeutete und zum Teil durch neuere Beobachtungen belegte allmähliche Austrocknung und Wüstwerdung großer Strecken des Eurasischen Kontinents, Innerafrikas und Nordamerikas.

Während die Sonnenwärme im Zeichen der Zunahme steht, hat die Erdwärme allmählich so abgenommen, daß ihr gegenwärtiger Einfluß auf die klimatischen Verhältnisse der Erdoberfläche nicht mehr in Rechnung gezogen zu werden braucht. In der mesozoischen Ära, als die jetzt wenig mehr als drei Kalorien pro Quadratzentimeter und Minute betragende Solarkonstante*) noch wesentlich kleiner war, hätte die Sonnenwärme allein nicht hingereicht, das damalige tropische Klima zu erzeugen. Hiezu bedurfte es vielmehr des Zusammenwirkens der Sonnen- und der inneren Erdwärme; denn wäre die Sonnenwärme in jener Epoche die einzige Wärmequelle gewesen, dann hätte fortdauernd eine so niedrige Temperatur herrschen müssen, daß sich die permische Vergletscherung bis ins Diluvium erstreckt haben würde, wenn auch das allmähliche Verschwinden der alles verhüllenden dichten Wolkenmassen im Perm und die dadurch bedingte Zunahme der Sonnenbestrahlung einen starken Rückgang der langen Eiszeit im Gefolge haben mußte. Dann hätten sich vor allem die Polargebiete schon damals mit einer Eishaube überziehen müssen, während sie in der Tat zur Zeit der mesozoischen Ära ein tropisches Klima besaßen. Sogar im Pliozän, als endlich die innere Erdwärme fast ganz ihre Tätigkeit versagte, reichte die Sonnenstrahlung noch nicht aus, das Klima auf die gleiche Stufe zu bringen wie in der jurassischen Periode, sie war noch um einige Grad zu niedrig, und so trat die gegenwärtig noch nicht ganz beendigte quartäre Vergletscherung ein. Die steigende Besonnung trägt aber zu ihrer stetigen Abnahme bei und wird sie in ferner Zukunft völlig beendigen. Die periodischen Änderungen der Länge des Perihels und der Erdbahn-Exzentrizität greifen lediglich modifizierend, zeitweise verschärfend, zeitweise mildernd, in den Verlauf der allgemeinen Eiszeit ein. Sie sind es nach Stentzel, die den Wechsel der Glazial- und Interglazialzeiten, eine Art „Jahreszeiten höherer Ordnung", bewirken, wie v. Rohde treffend die periodischen Änderungen der Jahreszeiten durch die Verlegung des Periheliums, des sonnennächsten Punktes der Erdbahn, bezeichnet hat.

Für den Wechsel des Klimas mögen hier schließlich noch zwei weitere Zeugnisse angeführt werden. Das eine derselben behandelt W. Schuster unter dem Titel „Ornithologische Anzeichen einer wiederkehrenden Tertiärzeit".*) Zwei dem Leben der Vogelwelt entnommene Tatsachen bezeugen die Zunahme der Wärme bei uns: das sowohl nach der Arten- wie nach der Individuenzahl immer mehr um sich greifende, zur Gewohnheit werdende Überwintern von Zugvögeln und damit zugleich ein stufenweis weitergehendes Vorschieben der Grenzen des Überwinterungsgebietes nach nördlicheren Breiten, und zweitens das Verlegen der Sommerquartiere, also der Brutgebiete südlicher Vögel nach Deutschland. Wie die heimischen Vögel sich immer mehr dem milder werdenden deutschen Winter anpassen, so akklimatisieren sich die südlichen Vögel immer stärker den sommerlichen Regionen höher gelegener Breitegrade.

Sehr interessante Nachrichten über Eiszeitspuren in Südafrika gibt E. T. Mellor.**) Nicht nur verrät die Oberflächengestaltung im allgemeinen häufig die Wirkung der Gletscher, letztere haben auch deutliche Spuren in Schrammungen des anstehenden Gesteines der Karroo und ihrer Nach-

---

*) Die Sonne sendet nach Hann der Erde an der Grenze der Atmosphäre bei senkrechtem Einfallen der Strahlen auf die Fläche eines Quadratzentimeters in der Minute eine Wärmemenge zu, welche einen Kubikzentimeter Wasser von 0° auf 1° C erwärmen kann.

*) Mitteil. des Österr. Reichsbundes für Vogelkunde, 5. Jahrg., 1905.

**) The Amer. Journ. of Science, Bd. XX, Nr. 116 (August 1905).

barschaft und in gewaltigen Blöcken der Oberflächenmoränen hinterlassen. Die Gletscherspuren in Natal, der Nachbarschaft des Vaalflusses im südöstlichen Transvaal und mehreren anderen Orten geben zugleich Aufschluß über die nur wenige Grade von der Nordsüdrichtung abweichenden Bewegungsrichtung der Gletscher, die von Norden nach Süden geflossen zu sein scheinen.*)

Ein Gestaltungsprinzip der Erde.

Wenn uns die „Fülle der Gesichte", mit denen die Natur den Forscher unablässig zu neuer Arbeit spornt und reizt, ängstigen und verwirren will, greifen wir zur Hypothese, einer Art Ariadnefaden, an dem wir uns eine Strecke im Labyrinth weiterhelfen, bis uns vielleicht ein fernes Licht das Dunkel erhellt oder eine neue Hypothese bessere Erfolge als die bisher benutzte verspricht. Ein solcher Leitfaden durch das dunkle Gebiet der geologischen Probleme, Schichtenbildung, Vulkanismus, Erdbeben, Eiszeiten, scheint die Pendulationshypothese zu sein, die P. Reibisch aufgestellt hat und die im I. und II. Jahrbuch dargelegt ist. Neuerdings hat derselbe Forscher seine Hypothese weiter ausgebaut und zur Erklärung einiger wichtiger geologischer Tatsachen benützt. Es erscheint deshalb lohnend, auf diese Arbeit, von der die Wissenschaft leider noch so gut wie keine Notiz genommen hat, zurückzukommen.**)

Um seine Ausführungen leichter verständlich zu machen, erläutert der Verfasser eine Anzahl der von ihm gebrauchten Ausdrücke in einer kurzen Einleitung (s. Jahrb. I, S. 50). „Die mannigfachen Erscheinungen," so schreibt er, „welche uns als langsame Veränderungen der Erdoberfläche, des Erdreliefs, entgegentreten, suchte ich durch ein Wandern der Massen, durch eine allmähliche Änderung ihrer geographischen Lage zu erklären, wofür das Wort Pendulation gewählt war. Für diese Bewegung, welche als eine außerordentlich langsam pendelnde Schwingbewegung gedeutet wurde, waren als Pole — Schwingpole — Ecuador und Sumatra angenommen. Die größte Bewegung beziehungsweise der größte Ausschlag entfällt alsdann auf den 10. Grad östlicher und den 170. Grad westlicher Länge. Für diese Meridiane war die Bezeichnung Schwingungskreis gewählt. Die Meridiane der Schwingpole selbst, also 100 Grad östlicher Länge und 80 Grad westlicher Länge, werden im folgenden als Kulminationskreis bezeichnet. Der Kulminationskreis teilt die Erde in eine atlantisch-indische und eine pacifische Hemisphäre. Die vier Quadranten, welche gebildet werden durch den Kulminationskreis und den Erdäquator, zeigen im nordpacifischen Erdviertel nach dem Nordpol gerichtete Bewegung, in dem südpacifischen Erdviertel dem Äquator zustrebende Bewegung. Auf der atlantisch-indischen Hemisphäre jedoch ist umgekehrt die Nordhälfte in dem Äquator zustrebender Bewegung, in äquatorialer Pendulation begriffen, während die Südhälfte dem Südpole zu sich bewegt (polare Pendulation)."

Denken wir uns eine horizontale Erdfläche (Geoidfläche) von einem polarnahen Punkte allmählich nach dem Äquator, also in ein Gebiet stärkerer Horizontalwölbung, verlegt, so müßte dann diese ehemalige Horizontalfläche, ihre absolute Starrheit vorausgesetzt, als seichte Depression oder Erdsenke erscheinen. Im umgekehrten Falle, das heißt bei einer Verlegung polwärts, würde eine vordem horizontale Fläche, um dort Platz zu finden, sich aufwölben müssen.

Nur die Oberfläche des Meeres und anderer Wasserbecken nimmt ohne weiteres die Horizontalwölbung an, die dem betreffenden Orte zukommt, und dieser Umstand ermöglicht es, selbst kleine Veränderungen genau festzustellen. Beobachtungen dieser Art sind zum Beispiel von G. K. Gilbert gemacht, der mit Hilfe von einnivellierten Fixpunkten Niveauverschiebungen des Kanadischen Seengebietes festgestellt hat. Es vollzieht sich dort ganz allmählich eine Veränderung der Horizontalen, die allerdings während des geringen Beobachtungszeitraumes noch nicht stark genug war, um auch das große Landgebiet der Seenplatte in Mitleidenschaft zu ziehen.

Die Abweichung der Erde von der reinen Kugelgestalt hat zur Folge, daß jede Verlegung eines Punktes in nordsüdlicher Richtung ihn unter eine andere geographische Breite und damit auch unter den Einfluß eines anderen Krümmungsverhältnisses bringt. Eine dem Pole zustrebende Bewegung, sogenannte polare Pendulation, wird in dem betreffenden Gebiete eine Abflachung hervorzurufen suchen, die um so stärker werden muß, je mehr das Gebiet sich polwärts bewegt. Damit proportional nimmt aber der tangentiale Druck, die seitliche Pressung, zu, und da die Massen nicht seitwärts ausweichen können, so ist ein Auftürmen und Auffalten der oberen Lagen die unausbleibliche Folge dieses allseitigen Stauungsdruckes.

Dabei leisten nun die verschiedenartigen Materialien des Steinpanzers der Erde, der Lithosphäre, dem tangentialen oder Seitendruck ganz verschiedenartigen Widerstand. So werden die Stellen, welche im Verlaufe eines Faltungsvorganges, zum Beispiel einer Auffaltungsperiode, den geringsten Widerstand boten, alsdann durch die höchsten Erhebungen innerhalb des betreffenden Stauungsgebietes bezeichnet. Die Linien des größten Widerstandes bilden alsdann die Stauungsgrenzen; sie kennzeichnen sich besonders als Trennungsgebiete einzelner Gebirgssysteme und bieten als weniger gehobene Landschaften den Wasserläufen günstige Abflußrinnen. Der Boden des Adriatischen Meeres nebst der Lombardischen Ebene ist eine solche Stauungsgrenze zwischen Alpen und Apennin. Ebenso kann aber auch ein Gebirge zwischen zwei Stauungsgrenzen aufgetürmt werden, wofür Skandinavien und Kamtschatka Beispiele liefern. Besonders beachtenswert in dieser Beziehung ist das Himalajagebirge, bei dem der Stauungsdruck im Norden durch das Hochland von Tibet (gleichsam als mächtiges Widerlager) in die Erscheinung trat. Die

*) Siehe zu letzterem A. W. Rogers, An Introduction of the Geology of Cape Colony. London 1905.
**) Mitteil. des Vereines für Erdkunde zu Dresden, 1905, Heft 1.

im Süden vorgelagerten Landmassen Vorder- und Hinterindiens hatten bereits weiter zurückliegende Erdperioden überdauert und boten in ihrem festen Gefüge die Stauungsgrenzen gegen Süden.

Eiszeiten brachten für die davon betroffenen Gebiete gleichzeitig ein bedeutendes Höhersteigen mit sich. Weiterhin hat sich gezeigt, daß die Gebiete polarer Pendulation unter dem Einflusse tangentialen (seitlichen) Druckes dem Faltungsprozeß unterworfen sind; beide Erscheinungen, Emporsteigen und Faltung, geben also ein gleichbedeutendes Moment zur Charakterisierung und Erkennung der polaren Pendulation. Es bleibt nun an der Hand von geologischen Befunden festzustellen, welche Perioden der Erdbildung diese Erscheinung aufweisen.

Schon wiederholt haben Geologen darauf hingewiesen, daß die Permformation Spuren einer Eiszeit aufweise, wonach die vorausgegangene geologische Periode, die Ablagerung des Karbon, zu einer Zeit polarer Pendulation gebildet worden wäre. Wenn ferner nach Ratzel alle die hohen Faltengebirge der Gegenwart auf einen Höhestand der gebirgsbildenden Kräfte in der jüngeren Tertiärzeit zurückweisen, so ist diese Erscheinung dahin zu erklären, daß die Tertiärperiode der Eiszeit vorausging und somit ebenfalls durch polare Pendulation gekennzeichnet war. — Gehen wir auf die ältesten Formationen zurück, so treffen wir sogar präkambrische Faltungen an, wie solche F. v. Richthofen für den geologischen Bau von Schantung nachwies. Demnach hätte in der dem Kambrium vorausgehenden Erdepoche in Ostasien ebenfalls polare Pendulation stattgefunden, was dann für das Gebiet des heutigen Europa äquatoriale Pendulation bedingte. Hiemit steht die neuerdings von skandinavischen Geologen angenommene vorsilurische Verwerfung in Südschweden, die als große Senkung angesprochen wird, in Einklang; sie wäre eine Folge jener äquatorialen Schwankung. Demgemäß zeitigte auf der europäischen Seite — genau wie heute — die Annäherung zum Äquator ein allmähliches Überfluten, also positive Strandverschiebung. Somit sind die kambrischen und silurischen Ablagerungen Europas früher entstanden als die im Gebiete des heutigen Ostasien. Gleichzeitig mit den auf dem europäischen Erdviertel sich vollziehenden Ablagerungen werden sich in den Gebieten unserer Antipoden solche entwickelt haben, was als Ausfluß der Symmetrie gefolgert werden muß. Somit haben wir antipodial auftretende gleichwertige Ablagerungen als gleichzeitig aufzufassen, während gleichwertige Ablagerungen zum Beispiel der Nordhälfte nicht als gleichzeitig zu bezeichnen sind.

Bei der polaren Pendulation wird die Plastizität oder Strengflüssigkeit, die mehr oder minder große Zähigkeit oder Sprödigkeit der gefalteten Schichten eine große Rolle spielen. Die übermäßige Beanspruchung der Plastizität führt zu Zerreißungen, zum Aufbrechen der Lagen, wobei aber das Massengewicht immer wieder möglichstes Zusammensacken des gestörten Materials anstrebt. Nach dem Eintreten der Zerreißungen an der Oberfläche aufhörend, bleibt diese Plastizität in den tieferen Lagen so lange wirksam, als die damit verbundene Spannung sich erhält, das heißt als in den Tiefen nicht ebenfalls Brüche und Spalten erscheinen. Die Zerreißungen können jedoch nur bis zu der Tiefe dringen, wo sich die Plastizität und das Gewicht der aufliegenden Massen die Wage halten. Dort tritt dann ein Gleichgewichtszustand ein.

Die äquatoriale Pendulation dagegen ist bestrebt, allmählich eine Zunahme der Krümmung hervorzurufen, was an der Oberfläche der von höheren Breiten kommenden Fläche einer Zugwirkung gleichkommt, da, je näher dem Äquator, desto mehr Raum für sie vorhanden ist, das Material zum Ausgleich aber fehlt und auch von den Seiten nicht herangebracht werden kann. Betrifft nun diese Erscheinung eine Ebene, so werden sich Depressionen oder auch Einbrüche bilden müssen; in einem Faltengebirge jedoch wird dieser Vorgang die Entstehung von Brüchen hervorrufen, was sich an den sogenannten Faltenschollengebirgen zeigt.

Ein wichtiger bei den Pendulationswirkungen noch zu berücksichtigender Faktor ist die radiale Druckwirkung, die die Massen an der Erdoberfläche nach den Erdzentrum hin ausüben. Sie unterstützt jeden Faltungsprozeß kräftig, leitet ihn vielleicht sogar ein, indem die Unterlage nicht nachgibt, während die Oberfläche unter dem gleichzeitigen Einflusse des Seitendruckes sich aufstaut. Bei polarer Pendulation wird die radiale Druckwirkung ein Höhersteigen des sich polwärts bewegenden Gebietes, also eine Unterstützung der Gebirgsbildung, bewirken, bei der äquatorialen Pendulation dagegen wird der entgegengesetzte Vorgang eintreten, wodurch anderseits die Bildung von Depressionen, Brüchen, Spalten und dergleichen befördert werden muß. Bei dem gleichzeitigen Nachgeben beziehungsweise Zurückweichen der Unterlage wird die Entstehung von Spalten von der Unterlage ausgehen; diese Spalten können sich zu größeren Hohlräumen entwickeln und in der Folge die sogenannten Einsturzbeben veranlassen, die in diesem Falle lediglich als ein Zusammensacken der Deckenschichten aufzufassen sind; so wahrscheinlich zu Andischan, Schemacha und im Voigtland. Allerdings kann eine Depression auch ohne Nachgeben der Unterlage eintreten, wie eingangs bei Betrachtung der horizontalen Fläche gezeigt wurde. Es bilden sich dann zunächst Depressionen mit den charakteristischen Salzseen, die unter dem Einflusse steigender Temperatur Salz- und Gipslager absetzen, von Sanddünen überlagert und schließlich von den hereinbrechenden Meeresfluten bedeckt werden. Gegenwärtig kommen für Bildungen dieser Art vornehmlich zwei Gebiete in Betracht: Nordafrika mit Arabien und Syrien, wo sich die Ausbildung von Depressionen vor unseren Blicken vollzieht, und Australien, welches ebenso unter dem Einfluß äquatorialer Pendulation einem gleichwertigen Vorgange unterliegt.

Nachdem Reibisch auf Grund seiner Hypothese das Karstphänomen und die Beschaffenheit des Kaukasus als Beweis für die Jugendlichkeit dieses Gebirges erklärt hat, wendet er sich der Betrachtung der Zentrifugalkraft zu. Diese, am Äquator am größten, auf den Polen gleich Null, kommt für die Oberflächenveränderung erst dann in Frage, wenn eine Änderung der geographischen Breite ein-

tritt. „Am auffallendsten ist die Wirkung hervorgetreten in dem Gebiete des nördlichen Eismeeres, indem die Zentrifugalkraft dort nur noch in minimaler Weise die Tragfähigkeit der Oberfläche unterstützen konnte. Die Entstehung jenes Meeresbeckens, dessen gegenwärtige Umgrenzung erst der späteren Tertiärzeit angehört, können wir somit wohl am ehesten als ein Zusammensacken auffassen, welches um so sicherer eintreten konnte, als hier die anderen tangential und vertikal wirkenden Kräfte der Pendulation bis zum Pole hin ganz verschwanden, das heißt am Pole selbst sich paralysierten (oder gegenseitig aufhoben)."

Die größten Stärkeschwankungen wird die Zentrifugalkraft auf den Meridianen der Pendulationsebene, also auf dem Schwingungskreise, das heißt auf 10 Grad östlicher und 170 Grad westlicher Länge von Greenwich, zeigen. Hier erkennen wir schon am Kartenbilde der Polargebiete die Wirkungen der Pendulation. Im antarktischen Gebiete ragen unter den Meridianen der Schwingpole, also unter dem Kulminationskreis, die Landmassen am weitesten äquatorwärts, da diese Teile in diesem Gebiete am wenigsten von den Intensitätsschwankungen der Zentrifugalkraft betroffen wurden. Dagegen zeigt sich unter dem Schwingungskreise, soweit bis jetzt erforscht, ein tiefes Einschneiden des Meeres in das antarktische Gebiet. Auch das Nördliche Eismeer zeigt unter den Meridianen des Schwingungskreises solche Einbruchsrinnen, und zwar in der Beringstraße und in der Grönlandsee. In beiden Gebieten sind also die Stellen der größten Schwankungen der Zentrifugalkraft durch hineinragendes Meer, die der geringsten Intensitätsschwankungen durch vorragendes Land bezeichnet; allerdings macht sich die Zentrifugalkraft nur unter der Voraussetzung der Polschwankungen im angedeuteten Sinne geltend.

Ein „bewegtes" Jahr.

Reibischs Pendulation der Erde oder Kreichgauers Polwanderungen (s. Jahrb. III, S. 87), befriedigen, indem sie uns in der langsamen, aber unablässig fortschreitenden Breitenänderung vieler Erdstriche eine bis auf den heutigen Tag wirkende Ursache geologischer Veränderungen geben, den kausalen Sinn hinsichtlich der Erklärung mancher geologischen Probleme besser als die Hypothese, die sich auf die Zusammenziehung der Erdrinde infolge zunehmender Erkaltung beruft und damit die Hebungen und Faltungen, Senkungen und Einbrüche der Erdkruste, die Erderschütterungen und vulkanischen Erscheinungen zu erklären versucht. Das verflossene Jahr hat solcher Phänomene so viele und gewaltige gebracht, daß die Frage nach dem Warum? sich gebieterischer als sonst hervordrängt, ohne doch befriedigende Antwort zu finden. Möge der Leser es einmal an der Hand einer der oben genannten Hypothesen versuchen.

Erdbeben sind auf der skandinavischen Halbinsel zwar keine Seltenheit, sie treten alljährlich in der Zahl von 20 bis 50 auf; aber sie bleiben meistens auf gewisse Striche beschränkt, in Norwegen auf die Küstenstriche, in Schweden auf das seenreiche südliche Binnenland. Stärkere Beben von größerer Ausdehnung zeigen sich vor allem in dem Gebiete zwischen Wenern- und Wettersee, und hier ist auch der Herd des jüngsten Bebens vom 23. Oktober 1904 zu suchen. Es pflanzte sich über einen Raum von rund einer Million Kubikkilometer fort und wurde in Norwegen bis Trontheim, in Finnland bis Helsingfors, in Norddeutschland bis Königsberg, Danzig und Rügen gefühlt. Es war also an dem gedachten Tage mittags etwas vor 12 Uhr im Norden Europas ein kreisähnliches Schollenstück der Erde von 500 bis 600 Kilometer Halbmesser fast gleichzeitig in Bewegung. Die mit Erdbebeninstrumenten (Seismometern) ausgerüsteten Stationen in Potsdam und Göttingen haben den Stoß auch verzeichnet, und aus dem Zeitunterschiede zwischen dem Gewahrwerden hier und in Schweden (Lund) ergibt sich eine mittlere Geschwindigkeit der Erdbebenwelle von 4·4 Kilometern. Es ist dies seit dem Erdbeben von Lissabon im Jahre 1755 das erstemal, daß sich im Bereiche des nord- und nordostdeutschen Flachlandes ein Beben sicher nachweisen läßt. Prof. Deecke*) sieht die Ursache, daß eigene (autochthone) oder durch fremde Stöße erzeugte Erdbeben hier so selten vorkommen, hauptsächlich in dem Umstande, daß die wiederholten gewaltigen Belastungen durch das Inlandeis und die damit ursächlich zusammenhängenden Verschiebungen die Hauptmasse der Spannungen in der Erdkruste bereits ausgelöst haben.

Am 4. April 1905 erfolgte ein heftiges Erdbeben im Kangratale im Himalaja, das große Zerstörungen an Gebäuden und Verluste an Menschenleben herbeiführte. Auf Grund der Zeitungsberichte haben E. Koken und F. Noetling eine wissenschaftliche Bearbeitung des Falles unternommen,**) allerdings, wie es scheint, ein wenig voreilig; denn T. H. Holland in Kalkutta unterzieht ihre Arbeit einer vernichtenden Kritik, in der teils die von ihnen den Zeitungen entnommenen Namen und Tatsachen, teils ihre daraus gezogenen Folgerungen als falsch und hinfällig erscheinen.***) Wir werden deshalb, dem Rate des letzteren folgend, unsere Wißbegier noch etwas zügeln müssen.

Nicht so schlimm wie das Kangraerdbeben hauste das gegen Ende April 1905 fast in der ganzen Schweiz, vom Boden- bis zum Genfersee bemerkte Erdbeben. Nachts kurz nach 2³/₄ Uhr erfolgten zwei rasch aufeinanderfolgende Stöße von zusammen 5 bis 6 Sekunden, der zweite stärker als sein Vorgänger. Leichte Windstöße, die nach einigen Minuten wieder aufhörten, begleiteten die Erschütterungen. Vielfach will man auch ein Geräusch wie von einem vorbeifahrenden Eisenbahnzuge wahrgenommen haben. Am stärksten, nach der internationalen Stärkeskala sechster Klasse, war das Beben in der Westschweiz, Wallis und Savoyen (Chamounix). In Argentière in Savoyen entsprang infolge der Erschütterung dem Boden plötzlich eine ganz neue starke Quelle, die sich in die Arve ergoß und sie merklich anschwellen ließ. Seit 25 bis 30 Jah-

---

*) Globus 1905 Bd. 87 Nr. 4.

**) Zentralbl. für Mineralog., Geol. u. Paläont. 1905, Nr. 11.

***) Nature, vol. 72, Nr. 1870.

ren scheint in der Schweiz kein so starkes Erdbeben vorgekommen zu sein.

Damit aber hatten die Bodensenkungen, denn natürlich handelte es sich auch hier um tektonische Vorgänge, noch kein Ende gefunden. Am 13. August wiederholte sich in Savoyen das Beben, besonders stark in Chamounix und Umgegend, und überraschte einige Touristen, die vom Argentière-Gletscher am Montblanc zu einer Schutzhütte abgestiegen waren. Kaum hatten wir, so schildert einer von ihnen, die Hütte betreten, als ein gewaltiges



Der durch das Erdbeben beschädigte Kirchturm in Torpea wird zum Einsturz gebracht.

Krachen das einfache Holzhaus durchzitterte. Wir hatten alle das Gefühl, als ob wir mit dem Zimmerboden in die Höhe gehoben würden, und flüchteten sofort ins Freie. Dort verspürten wir einen zweiten starken Stoß. Gleichzeitig hörten wir vom nahen Gletscher her das Donnern der einstürzenden Eisbrücken und -wände. Hoch oben in den Couloirs der Aiguille du Chardonnet und an den gewaltigen Schnee- und Eishängen der Aiguille verte hob ein unheimliches Tosen an, das mehrere Minuten andauerte. Aus den unzähligen Lawinenzügen und Wasserläufen des Gebirges stiegen alsbald mächtige Schnee- und Staubwolken empor, die die majestätischen Gipfel geraume Zeit ganz verhüllten. Große Felsstücke und Steine stürzten donnernd auf den Gletscher herunter, und ich dachte mit Bangen an die zahlreichen Bergsteiger, die an dem prachtvollen und vollkommen windstillen Sonntag sich wohl da und dort in Felskaminen und Couloirs an der Kletterarbeit befinden mochten.

In der Nacht vom 31. Mai zum 1. Juni wurden in Südungarn, Dalmatien und Montenegro Erderschütterungen stellenweise ziemlich heftiger Art verspürt, die auch noch an den folgenden Tagen anhielten, glücklicherweise aber wie die Beben in den Alpen vorwiegend nur Materialschäden anrichteten. Dagegen scheint ein Anfang Juni 1905 im Innern Japans von Hiroshima bis Shimonoseki sich erstreckendes heftiges Erdbeben zahlreiche Opfer gefordert zu haben. Im August wurde Sibirien von starken Bodenschwankungen erschüttert, die sich den seismographischen Instrumenten in Wien, München, Göttingen, ja sogar auf der Sternwarte Königsstuhl in der Rheinebene mitteilten.

Alle diese Bodenschwankungen treten durchaus in den Hintergrund gegenüber dem verheerenden Erdbeben vom 8. September 1905, unter dessen heftigen, tagelang sich wiederholenden Stößen ein großer Teil der Ortschaften Kalabriens in Trümmer sank und auch Sizilien in Mitleidenschaft gezogen wurde. Von Syrakus und Catania bis nach Neapel und Castellamare zitterte der Boden unter dem Aufstoßen der sich senkenden Erdscholle. Da die ersten Stöße zwischen $2^3/_4$ und 3 Uhr morgens gleich mit voller Heftigkeit einsetzten, so ist der große, in die Hunderte gehende Verlust an Menschenleben erklärlich. Bemerkenswert ist die Wirkung des Bebens auf die benachbarten Vulkane; die Tätigkeit des Vesuvs war eine Woche nach der Katastrophe im Zunehmen begriffen, seine Umgegend am 15. September von häufig wiederholten Erdstößen erschüttert, und auch der Inselvulkan Stromboli entfaltete eine bemerkenswerte Tätigkeit. Das ist unschwer zu erklären, da ein Sichsenken von

Erdschollen die zwischen ihnen eingeschlossenen Magmaherde räumlich beschränken, das Magma quetschen und emporpressen muß. Daß auch der Mont Pelé unseligen Angedenkens im Juni 1905 seine drohende Tätigkeit wieder aufnahm, läßt auch für die westindische Inselwelt auf die Fortdauer der Bodenbewegungen schließen. Am 5. Juni schoß aus dem Berge eine hohe Flamme hervor, am 10. leuchtete die Kuppel des Berges in Feuer auf und tags darauf stürzte sie in sich zusammen, während eine 800 Meter hohe Rauchsäule sich erhob und weißer Schlamm ins Tal herabfloß.

Neben den Erdbeben nehmen auch die Seebeben neuerdings die Aufmerksamkeit vielfach in Anspruch. Der Hansa-Dampfer „Liebenfels" erlebte ein solches auf einer Fahrt von Suez nach Rangun am 5. Oktober 1904 im Arabischen Meer und erhielt nördlich von Sokotra um 7 Uhr 8 Minuten einen heftigen Stoß in horizontaler Richtung, dem zwei weitere in kurzen Zwischenräumen folgten. Auch weiterhin erfolgten bei ruhiger See an dem Morgen noch mehrere leichtere Erschütterungen.

Während diese Erschütterungen wohl von tektonischen Beben benachbarter Landstrecken oder des Seegrundes herrühren, können auch untermeerische Vulkanausbrüche die See in Wallung versetzen, wobei in seltenen Fällen der Vulkan die Oberfläche erreicht und als neue Insel über der Meeresfläche erscheint. Durch eine solche Inselbildung ist Japan jüngst auf billigere Weise als durch den Krieg mit Rußland in den Besitz neuen Territoriums gekommen.*)

Auf einer der südlichen Boninínseln, Iwoojima, hörte man seit dem 14. November 1904 ab und zu kanonendonnerähnliche Geräusche, und am 28. gewahrte man um 10 Uhr vormittags eine Rauchlinie, die immer dicker und stärker wurde und sich schließlich als Signal eines heftigen vulkanischen Ausbruchs darstellte. Dieser Zustand dauerte bis zum 4. Dezember, und am folgenden Tage entdeckte man im Rauche ein neues Inselchen, dessen Gestalt sich am 2. Januar 1905 dahin änderte, daß der westliche Teil des Eilands höher wurde. Am 1. Februar gelang es, die neuerschienene Insel zu erreichen, die so wogenumbrandet war, daß man mit Mühe landen konnte. Sie hat über 4 Kilometer Umfang und liegt mit der höchsten Stelle etwa 145 Meter über dem Wasserspiegel. Im nördlichen Teile befindet sich ein Teich, dessen Wasser damals noch siedete, so daß man sich ihm nicht nähern konnte. Die Küste ist hier so niedrig, daß hohe Wellen in den See schlagen würden, die südliche Küste ist dagegen sehr steil.

Die schon seit 1600 von Japan als Verbrecherkolonie benutzten, 1876 annektierten Boninínseln, etwa sechs größere und viele kleine Eilande zwischen Japan und den Marianen, sind sämtlich vulkanischen Ursprungs und scheinen sich allmählich im Laufe der Jahrhunderte zu vermehren. Die Spärlichkeit der Nachrichten aus jener Gegend läßt es ungewiß, ob nicht auch eine oder die andere früher existierende Insel wieder in den Meeresschoß zurückgetaucht ist, wie es in Europa die Insel Ferdinandea getan hat.

Diese tauchte im Jahre 1831 südlich von Sizilien, etwa 60 Kilometer von dem Küstenstädtchen Sciacca entfernt, infolge eines unterseeischen Vulkanausbruches plötzlich empor. Ein gerade in der Nähe befindlicher deutscher Geologe, Hoffmann, ließ sich so nahe heranrudern, wie der Aschenregen und die umherfliegenden vulkanischen Bomben es gestatteten. Als im Dezember 1831 die Engländer und Neapolitaner nachsehen wollten, ob die nach König Ferdinand II. von Neapel benannte Insel sich konsolidiert, die Eruption aufgehört und die Lava sich genügend abgekühlt hätte, um eine Kohlenstation daselbst zuzulassen, da war von der ganzen Herrlichkeit nichts mehr sichtbar. Wind und Brandung hatten die wahrscheinlich vorwiegend aus lockerer Asche bestehende Neubildung ins Meer zurückgestoßen, und nur eine Untiefe von 34 Metern verrät den ehemaligen Ort Ferdinandeas.

*) Naturw. Wochenschr., Bd. IV. (1905), Nr. 27.

Aus der geologischen Praxis.

Zum Schlusse dieses Kapitels soll ein kurzer Bericht über Vorkommen, Entstehung oder Gewinnung einiger wichtigerer Mineralien an der Hand der neuesten Veröffentlichungen gegeben werden.

Wir pflegten früher wohl unsere englischen Vettern um ihren Reichtum an nutzbaren Mineralien, besonders an Kohlen und Eisen, zu beneiden. Wahrscheinlich liegt gar kein Grund dazu vor, denn die deutschen Lager, besonders die Kohlenflöze, stellen sich von Jahr zu Jahr als mächtiger und reichhaltiger dar. Der oberschlesische Industriebezirk zum Beispiel enthält bis zu 1000 Meter Tiefe einen Kohlenvorrat von 45.847 Millionen Tonnen, die nach der durchschnittlichen Förderung der letzten Jahre, die notwendigen Steigerungen einbegriffen, noch für 700 Jahre ausreichen würden. Eine solche Menge übereinander gehäufter mächtiger Flöze wie in Oberschlesien, darunter zahlreicher über 1 Meter dicker Lagen, kommt sonst nirgends, soweit bekannt, auf Erden vor. Der oberschlesische Kohlenvorrat ist allein größer als der in den noch unverritzten, nicht in Abbau gezogenen Kohlenfeldern Englands ruhende, der von der königlichen Kohlenkommission (wahrscheinlich zu hoch) auf 59.483 Millionen Tonnen geschätzt ist. (Zeitschrift für praktische Geologie, 13. Jahrg. 1905, Heft 2 und 6/7.)

In unseren Edelsalzlagern besitzen wir einen Schatz, der auf Erden einzig dasteht. Dr. Karl Ochsenius, dem wir gerade hinsichtlich der Entstehung dieser unschätzbaren Lager so wertvolle Aufschlüsse verdanken, weist in einer neuen Arbeit*) die Übereinstimmung der geologischen und chemischen Bildungsverhältnisse in unseren Kalilagern nach. Es sei daraus nur einiges dem allgemeinen Verständnis Näherliegende entnommen (s. auch Jahrb. III, S. 103).

Nachdem in dem norddeutschen Zechsteinbusen östlich der Wesergegend, der an 2 Kilometer tief und etwa so groß wie das heutige Adriatische Meer war, ein Steinsalzniederschlag stattgefunden hatte,

*) Zeitschr. für prakt. Geol., 13. Jahrg, Heft 5.

der, ungefähr 1000 Meter stark, den Untergrund einebnete, erreichten die über dem Steinsalz flüssig stehen gebliebenen Mutterlaugensalze die Unterkante der den Busen partiell vom Ozean abschnürenden Barre und begannen als Unterströmung über die letztere in den Ozean zurückzukehren. Die oberen Schichten bestanden neben dem allgegenwärtigen Chlornatrium aus Jod- und Lithiumverbindungen, Bromiden und Chlormagnesiumlösung. Die Jodide mit dem meisten Lithium flossen sämtlich ab, die Bromide zum größten Teil und mit ihnen eine Partie vom Chlormagnesium.

Da schloß der Ozean die Barre durch Versandung, überlieferte damit die eingesperrten Laken der Sonnenhitze und den Winden, und diese brachten sie zur Erstarrung. Das sind unsere Kali- und Magnesiasalze, die tischtuchartig damals den Steinsalzkoloß der Tiefe überzogen, im Laufe der Zeit von mineralischem Detritus (Sand, Tonstaub und dergleichen) von den Uferrändern her bedeckt und auf diese Weise vorerst geschützt wurden. So entgingen sie der Auflösung, als der Ozean die Barre zerriß, von dem Busen abermals Besitz ergriff und darin ein regulär gebildetes zweites (das sogenannte jüngere) Steinsalzflöz entstehen ließ, das einen tonigen Anhydrithut, aber keine nennenswerten Vertreter der Mutterlaugensalze, wie es beim älteren die Regel ist, aufweisen kann.

Nach der Erstarrung der Salze begann die kolossale Salzwüste unter einer Sonne, die heutzutage ägyptischen Kalksand auf 90 Grad erhitzen kann, kolossale Wärmemengen zu absorbieren und aufzuspeichern. Steinsalz und Sylvin, nahezu vollkommen wärmedurchlässig, ließen alle Strahlen hindurch und gestatteten der Wärme den Gang in die Tiefe zu weniger oder gar nicht wärmedurchlässigen (diathermanen) Salzbrüdern. Außerdem drang aber vor Bildung des oberen Salzlagers von dem Meerwasser, das den Zechsteinbusen zum zweitenmal betreten hatte, ein beschränkter Teil in die Tiefe und rief hier im Verein mit der Hitze in den schon fertigen Vertretern der Mutterlaugensalze Um- und Neubildungen hervor, die nicht allerorten dieselben sind. Als Temperatur des Salzlagers bei diesen Veränderungen nimmt Dr. Ochsenius ungefähr 40 Grad an, an beschränkten Örtlichkeiten mag sie höher gewesen sein.

Es existierten also ursprünglich im unteren Lager über dem das Liegende bildenden Gips zunächst Steinsalz, dann Kieserit und Karnallit mit Polyhalit (letzteres nur stellenweise, zum Beispiel im Staßfurter Revier), in geringer Menge Sylvin und Bischofit. Es konnten sich nun bei der hohen Temperatur des Lagers zunächst nur noch wasserfreie Salze bilden (Thenardit, Glaserit, Langbeinit, Vant-hoffit, nach bedeutenden Chemikern so wunderlich benannt), denn die oben genannten, besonders das Chlormagnesium (als Karnallit mit 38·74 und Bischofit mit 54·72 Prozent Wasser), hielten ihr Wasser fest. Erst das Eindringen des schon vorher von unten erwärmten Ozeanwassers rief, je nach der Art der angetroffenen Salze, nach deren Quantität, Beschaffenheit, lauem oder heißem Wärmezustand die verschiedenen Hydrate, wie Kainit, Leonit, Astrakanit u. a., hervor.

Ein Kind des Meeres, wie das Steinsalz und die Edel- oder Mutterlaugensalze, ist auch der Salpeter; doch ist sein Werdegang anscheinend noch ein Stückchen länger als der seiner Brüder. Dr. Ochsenius, der dieses Mineral in Atacama und Tarapaca, der Hauptheimat des Chilisalpeters, eingehend studierte, hat seine Bildung folgendermaßen erklärt.*)

Die in den Anden notorisch vorhandenen kolossalen Steinsalzflöze haben zweifellos große Mengen von Mutterlaugenresten gehabt, und diese sind nachweislich bei oder nach der Hebung der Kordilleren an deren Flanken herabgeflossen. Soda, die als Salpeterbasis zu betrachten ist, findet sich, wenn auch nicht gerade immer massig, in ihnen diesseits (in Chile) und jenseits der Kordilleren (in der Argentina). Da, wo diese Laken den Ozean nicht erreichen konnten, das heißt in Tarapaca und Atacama, stagnierten sie und wurden teilweise in Salpeter übergeführt.

Wie diese Umwandlung in Salpeter vor sich gegangen, darüber herrschen Meinungsverschiedenheiten. Bakterien werden sie nicht bewirkt haben, denn diese gibt es überall. Sie müßten an anderen Stellen der Erde unter analogen Verhältnissen den Salpeter ebenfalls nitrifiziert haben, was erwiesenermaßen nicht der Fall ist. Umgekehrt gibt es in Ägypten Salpeter ohne Nitrobakterien. Ferner sind elektrische Spannungen der Atmosphäre in Verbindung mit Küstennebeln in Betracht gezogen worden. Für sich allein scheinen sie auch nicht ausreichend, sonst müßte eine reichliche Nitratbildung auch bei Küstenlagunen, Salzgärten u. s. w. an nebligen Gestaden in trockenen Klimaten, zum Beispiel nördlich von Arica, beobachtet worden sein, was nicht der Fall zu sein scheint. Dagegen kann Guano, der von der Küste her auf die stagnierenden Edelsalzlaken geweht wurde, also ein Stoff, der bis zu einigen Prozenten Salpetersäure enthielt, den Anstoß zur Verwandlung des atmosphärischen Stickstoffs der elektrischen Küstennebel in Nitrosäure gegeben haben. Ob nun die so erzeugte Nitrosäure sich direkt und sofort der vorhandenen Chloralkalien bemächtigt hat oder vorzugsweise deren Derivat (Abkömmling), das Natriumkarbonat oder Soda, angefaßt hat, bleibt sich für das Endergebnis gleich. Leichtere Arbeit hatte sie jedenfalls beim Natriumkarbonat, und das scheint sie ja auch bis auf einzelne Reste vernichtet zu haben.

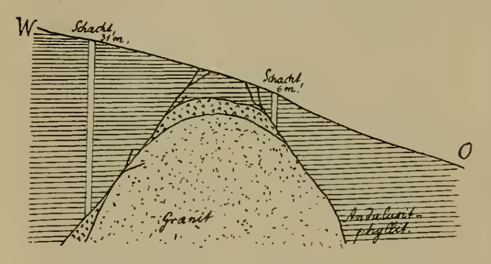
Europas erstes und ältestes Kaolinlager, die „Weiße Erden-Zeche St. Andreas“ bei Aue, hat jüngst dem Geologen O. Stutzer Gelegenheit geboten, der bisher angenommenen Entstehungsweise der Porzellanerde eine andere gegenüberzustellen.**)

Bisher wurde das Kaolin, dieser unersetzliche Grundstoff der Porzellanfabrikation, in fast allen geologischen Lehrbüchern für das extreme Endprodukt der Verwitterung eines Feldspats erklärt. Stutzer nun hebt neun Punkte hervor, in denen sich die Verwitterungserscheinungen von der Kaolinisierung, die er für eine chemische Zersetzung ansieht, unterscheiden. Nach H. Rösler, dem Stut-

*) Zeitschr. für prakt. Geol., 12. Jahrg., 1904, Heft 7.
**) Zeitschr. für prakt. Geol., Band 13 (1905), Heft 9.

zer hierin folgt, bilden sich Kaolinlager durch Zersetzung feldspatreicher Gesteine infolge postvulkanischer Vorgänge, das heißt durch Dämpfe oder heiße Lösungen von unten her. Von den so entstandenen primären Lagern, deren eins das von Aue ist, sind die durch Transport des Materials nach anderen Orten entstandenen sekundären wohl zu unterscheiden.

Das Kaolin von Aue lagerte auf einer Granitkuppe, die ganz von Glimmerschiefer (Andalusitphyllit) umgeben ist, stand also nirgends zu Tage. Im Jahre 1819 hat man 40 Meter tief noch Porzellanerde vorgefunden und bei 30 Meter im großen abgebaut. Je tiefer man kam, desto röscher, das heißt feldspatähnlicher und fester, wurde die Erde. Sie ist nicht etwa halbverwitterter Feldspat, sondern fester Kaolin, der sich schon nach siebenwöchigem Liegen in Wasser zu Kaolin auflöst, was bei halbverwittertem Feldspat noch nach Monaten nicht der Fall ist. Der Zersetzungsvorgang verlief



Das Kaolinlager von Aue. ▭ kaolinischer Pegmatit

wahrscheinlich folgendermaßen: Als der Granit von unten in die Schieferhülle eingedrungen war, bildete sich an der Kuppe ein pegmatitischer Stockscheider, dessen Pegmatit durch spätere nachvulkanische Prozesse, Einwirkung heißer Dämpfe und Gase, zersetzt, das heißt kaolinisiert wurde. Der Kaligehalt, der bei Verwitterung erhalten bleibt, ging bei dieser Zersetzung bis auf unmerkliche Spuren verloren. Vielleicht bildeten sich gleichzeitig auch die schon um 1700 bei Aue abgebauten Eisensteingänge.

Merkwürdige Erscheinungen bringt nach einem Berichte des Geheimen Bergrats Bernhardi*) der mit größeren Teufen zunehmende Gebirgsdruck mit sich. Schon vor Jahren hatte Bernhardi die Vermutung ausgesprochen, daß die bei der Zurichtung und dem Abbau der mächtigen oberschlesischen Kohlenflöze mit zunehmender Teufe sich zeigenden Druckerscheinungen am besten wohl durch die Annahme einer gewissen Elastizität der Kohlenflözmassen zu erklären seien. Vermöge dieser Elastizität habe die Kohle in den unteren Schichten eine stärkere Zusammenpressung als in den oberen erfahren und zeige nun, wenn der Bergbau dort den Zusammenhang der Gebirgsschichten durchbreche, ein deutlich merkbares Bestreben, sich nach den geöffneten Seiten hin auszudehnen. Bei dieser ungleichmäßigen Ausdehnung treten dann leicht Zerreißungen und Abblätterungen der Flözmasse ein, die dem nach der Tiefe vordringenden Bergbau viele Schwierigkeiten machen.

Diese bisher auf die Kohle beschränkten Erfahrungen sind beim Bau des Simplontunnels an dem Verhalten der Gneis- und Granitschichten, die im Innern des Tunnels unter 2000 Meter Gebirgsdeckung standen, bestätigt und erweitert worden.

„Genau so", schreibt Bernhardi, „wie in den Vorrichtungsstrecken unserer Steinkohlenflöze in den größeren Tiefen, sprangen, nachdem die Tunnelstrecken etwas weiter vorgetrieben waren, ohne jede sichtbare Veranlassung unter donnerähnlichem Krachen scheibenförmige Felsbrocken von ihren Wänden, die mit großer Gewalt abgeschleudert wurden und lebensgefährliche Verwundungen veranlaßten."

Eine zweite merkwürdige Erscheinung zeigte sich bei der Verwendung der Bohrmaschinen im Tunnel. Die Leistungsfähigkeit dieser Maschinen, die vorher über Tage an größeren Felsblöcken der zu durchbohrenden Gesteinsarten genau kontrolliert war, blieb beim Bohren in der Tiefe des Tunnels ganz erheblich gegen die Resultate zurück, die man bei dem Versuchsbohren an den frei liegenden Blöcken erzielt hatte. Das in der festen Gebirgswand unter dem vollen darauf lastenden Druck anstehende Gestein setzt dem Bohrer einen viel größeren Widerstand entgegen als der frei liegende Gesteinsblock.

Bernhardi wünscht, daß festgestellt werde, ob man schon bei den Tiefen, in denen der oberschlesische Bergbau umgeht, ähnliche Erscheinungen beobachten kann. Vielleicht läßt sich schon durch den Vergleich der spezifischen Gewichte derselben Gesteinsschichten aus verschiedenen Tiefen oder größere Ausgiebigkeit der in den größeren Tiefen anstehenden Kohle (nach je einem Kubikmeter berechnet) eine Lösung finden. Auch die allgemeine Erscheinung des Wassermangels, der größeren Trockenheit der Gebirgsschichten in den Tiefen läßt sich nur als Folgeerscheinung der dort mehr zusammengepreßten Poren und Klüfte der Erdrinde erklären.

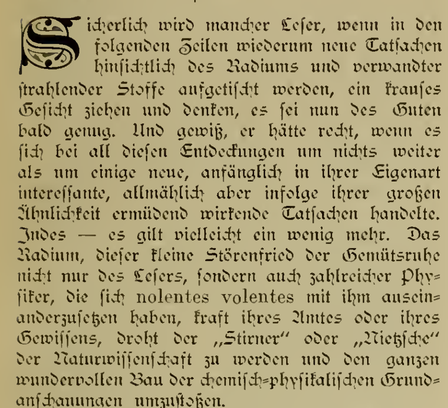
*) Zeitschr. des Oberschlesischen Berg- und Hüttenmännischen Vereines, Jahrg. 1905, Heft 6.

Die Umwertung aller Werte.

(Physik und Chemie.)

Der kleine Störenfried. * Die Umwertung der Elektrizität. * Die entthronte Materie. * Diamanten und Kristallisation. * Bewegung und Trägheit.

Der kleine Störenfried.



Sicherlich wird mancher Leser, wenn in den folgenden Zeilen wiederum neue Tatsachen hinsichtlich des Radiums und verwandter strahlender Stoffe aufgetischt werden, ein krauses Gesicht ziehen und denken, es sei nun des Guten bald genug. Und gewiß, er hätte recht, wenn es sich bei all diesen Entdeckungen um nichts weiter als um einige neue, anfänglich in ihrer Eigenart interessante, allmählich aber infolge ihrer großen Ähnlichkeit ermüdend wirkende Tatsachen handelte. Indes — es gilt vielleicht ein wenig mehr. Das Radium, dieser kleine Störenfried der Gemütsruhe nicht nur des Lesers, sondern auch zahlreicher Physiker, die sich nolentes volentes mit ihm auseinanderzusetzen haben, kraft ihres Amtes oder ihres Gewissens, droht der „Stirner" oder „Nietzsche" der Naturwissenschaft zu werden und den ganzen wundervollen Bau der chemisch-physikalischen Grundanschauungen umzustoßen.

Die nötige Lust und Stärke dazu scheint ihm innezuwohnen. Ist es doch sozusagen allgegenwärtig. Daß es im Erdkörper, in den Gewässern, in der Luft steckt, wissen wir ja schon. Prof. Snyder, der Direktor des Observatoriums zu Philadelphia, kündigt die Entdeckung des Radiums in der Sonnenphotosphäre, in den Nordlichtstrahlen, in Gestirnen und Sternennebeln an; wahrscheinlich sei es auch in den Kometen vorhanden. Wo also soll man hinfliehen, um ihm zu entgehen?

Und wo es sich einmal eingenistet, da ist es nicht wieder zu vertreiben. Es spottet aller Eigentumsrechte und Gesetze und setzt sich über jede Emissionsklage mit größter Gemütsruhe hinweg. Beati possidentes! Wo es in einem physikalischen Laboratorium festen Fuß gefaßt, macht es alle anderen Substanzen, die reine, ehrliche Luft mitinbegriffen, toll, verdreht sämtlichen Apparaten den Kopf, daß sie nicht nur verkehrt arbeiten, sondern gar selbst anfangen, Strahlen auszusenden, und ist durch kein Mittel auszutreiben. Selbst wenn es gründlich aus dem verseuchten Raume entfernt ist, würde seine Wirkung erst noch zwei bis drei Jahre eine Steigerung erfahren und nach 40 Jahren erst auf die halbe Stärke herabgesunken sein. Mit der Zeit infiziert es das ganze Gebäude, in dem es in einem Zimmer aufbewahrt wird.

Über den Ursprung des Radiums hat Dr. Boltwood auf Grund seiner Untersuchungen zahlreicher Metallproben eine nicht unwahrscheinliche Vermutung aufgestellt.*) Schon Rutherford hatte vermutet, daß möglicherweise durchsickerndes Wasser den Uranmineralien Radium entziehe, und Boltwood findet diese Annahme bei den aus Nordkarolina stammenden Mineralien Uraninit, Gummit, Thorogummit und Uranophan bestätigt. Die drei letzteren verdanken ihre Entstehung der Einwirkung sickernden Wassers auf Uraninit, und man findet nicht selten Stücke, die einen Kern von unzersetztem Uraninit enthalten, der allmählich in eine Schicht von Gummit und sodann von Uranophan übergeht.

Soddy, der Experimente darüber anstellte, ob Radium sich direkt aus Uranium bilde, verneint nach den Ergebnissen seiner Untersuchung diese Möglichkeit. Ähnliche Experimente führten Boltwood zu demselben Schluß. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß, wie Rutherford vermutet, eine oder mehrere Verwandlungsstufen zwischen dem Uraniumatom und dem Radiumatom existieren. Thorium scheint dabei nicht in Frage zu kommen, möglicherweise aber Aktinium, dessen Stellung in der Familie der radioaktiven Elemente noch nicht bestimmt ist.

Boltwood weist schließlich auf den bemerkenswerten Umstand hin, daß Blei ständig als ein Bestandteil der Uran-Radiummetalle erscheint; das sei vielleicht ein Anzeichen dafür, daß dies Element eins der inaktiven Endprodukte der Zersetzung des Uraniums ist. Besonders beweiskräftig dafür erscheint das Bleivorkommen in den Uranmineralien Nordkarolinas, da diese in einer Formation gefunden werden, in denen keine wirklichen Bleimineralien festgestellt sind, während die sekundären Pechblenden von Sachsen, Kolorado und Joachimsthal ihren Bleigehalt auch den begleitenden Bleierzen verdanken können.

Unter den radioaktiven Substanzen schienen das von Debierne in der Pechblende entdeckte Aktinium und das von Giesel als Begleiter des Lanthans gefundene Emanium schließlich identisch zu sein. W. Marckwald, dem eine ausreichende Menge aus Radium-Mutterlaugen abgeschiedener Edelerden zur Verfügung stand, hat jedoch nachgewiesen, daß dies nicht der Fall ist.*)

Das von ihm ausgeschiedene Thorium emanierte sehr stark und die Emanation zeigte die charakteristische kurze Lebensdauer, die zwar nicht genau gemessen wurde, aber dartat, daß der Stoff das Aktinium Debiernes war. Zwei weitere Ausscheidungen, das Ceroxyd und das Didym-Lanthanoxyd-Gemenge, zeigten anfangs kein erhebliches Ausstrahlungsvermögen. Bei mehrmonatlicher Beobachtung aber fiel es auf, daß das emanierende Aktinium, das immer dem Thor bei den chemischen Prozessen gefolgt war, sein Ausstrahlungsvermögen wie überhaupt seine Radioaktivität einbüßte, wäh-

*) The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine. etc. Vol. 9, Nr. 52 (April 1905).

*) Berichte der Deutschen Chem. Gesellsch., 38. Jahrg. (1905), Nr. 10

rend das Ceroxyd in der nämlichen Zeit seinen geringen Rest von Aktivität bewahrte und bei dem Didym-Lanthanoxyd-Gemenge das Emanationsvermögen sich in ähnlichem Tempo wieder einstellte, wie es beim Thoroxyd abnahm, bis schließlich letzteres noch sehr wenig, das Didym-Lanthanoxyd-Gemenge dagegen sehr stark emanierte.

Wir haben hier also einen ähnlichen Fall wie den durch Rutherford und Soddy für das Verhältnis von Thorium und Thorium X festgestellten. Dem Lanthan — denn das Didym in dem Gemenge ist nach Giesels Untersuchungen ohne Wirkung — folgt ein radioaktiver Stoff, dessen Zerfallsprodukt ein zweiter, in seinen chemischen Reaktionen dem Thorium nahestehender Stoff ist. Letzterer zerfällt weiter unter starker Emanation.

Aktinium und Emanium sind also nicht wesensgleich (identisch), sondern stehen in genetischem Zusammenhang. Emanium — der Name ist nicht glücklich gewählt —, der dem Lanthan folgende Stoff, erzeugt das Aktinium, den dem Thor folgenden, stark emanierenden Stoff, der also eigentlich Emanium heißen sollte, während das Emanium gar nicht emaniert. — Auch Giesel (Über die „Thoraktivität" des Monazits) weist nach, daß das Thor selbst nicht der Erzeuger der nach ihm benannten Emanation ist, sondern seine Aktivität nur einer spurenweisen Verunreinigung mit einer weit aktiveren Substanz verdankt. Die sogenannte Thoraktivität kann sogar einen höheren Wert erreichen in Präparaten, die so gut wie thorfrei sind (ibid. S. 2334).

Von den durch die radioaktiven Stoffe ausgesandten Strahlenarten sind die α und β Strahlen zweifellos materieller Natur, müssen also eine Verminderung der die radioaktive Substanz bildenden Materie zur Folge haben. Bei dieser ununterbrochenen Aussendung von Substanz und Energie muß schließlich eine Erschöpfung stattfinden, obschon eine solche bei größeren Proben aktiver Mineralien nicht feststellbar ist. Im Hofmineralienkabinett zu Wien zum Beispiel befindet sich eine Stufe Uranpechblende, die dort seit 100 Jahren aufbewahrt wird, und Versuche Prof. Exners mit ihr ergaben, daß ihre Wirksamkeit im Vergleich zu frischer Pechblende nicht bemerkbar abgenommen hatte. J. J. Thomson hatte die Ansicht geäußert, daß die Stärke der Radiumstrahlung von der mehr oder minder ausgedehnten Verteilung abhänge, eine Vermutung, die A. Voller durch eine Reihe sehr interessanter Versuche zu bestätigen unternahm.*) Er wünschte so die zeitliche Abnahme der Aktivität, also gewissermaßen die Lebensdauer des Radiums zu prüfen.

Zu dem Zwecke verteilte er Radiumbromid in sehr geringen Mengen (von 0·001 bis 0·000.000.001 Milligramm) in verschieden dünnen Schichten auf Glasplatten und prüfte die strahlende Wirkung derselben. Es ergab sich, daß die Platten mit den dünnsten Schichten nach 15 Tagen völlig wirkungslos waren, die stärksten aber noch nach 100 Tagen radioaktiv waren. Aus der Dauer der Aktivität in Beziehung zur Dicke der strahlenden Schicht ließ sich berechnen, daß für 0·001 Milligramm Radium die Aktivität erst nach Ablauf von Jahren erlöschen würde und daß eine Radiummenge von einigen Milligramm Jahrtausende hindurch wirksam bleiben kann, was in vollkommener Übereinstimmung zu den früheren Ergebnissen Curies und Labordes steht.

*) Gaea, Bd. 41 (1905), Nr. 1.

Man nimmt also an, daß das Radium unvorstellbar kleine Teilchen ununterbrochen ausschleudert und dadurch einen fortdauernden Verlust an Masse erleidet. Die Energiequelle dieser aktiven Strahlen ist bisher nicht sicher nachgewiesen, eine Vorstellung, wie sie beschaffen sein könnte, wird uns weiter unten eine Hypothese H. J. Gramatzkis geben. Eine Analogie zur Energiestrahlung des Radiums liegt in dem Verhalten der Duftstoffe. Auch die Duftkörper senden Partikelchen von unvorstellbarer Kleinheit aus, so daß zum Beispiel der fünfmillionte Teil von ein milliontel Gramm Moschus, in ein Liter Luft verteilt, sich noch den menschlichen Geruchsnerven bemerklich macht. Man hat wohl oft über die minutiösen Berechnungen der alten Inder gespottet, die sich zum Beispiel damit quälten, festzustellen, wie viele der kleinsten Staubatome nötig wären, das Längenmaß yôjana, viermal vierzig Atemlängen eines Mannes messend, auszufüllen, und dabei zu Zahlen wie 100.000 Septillionen (eine Eins mit 53 Nullen) oder sogar 10 Septuagintillionen (eine Eins mit 421 Nullen) kamen. Dieser Spott wird durch die neueren Untersuchungen der Physik über die Atome und ihre Bestandteile zum Schweigen gebracht werden.

Einen Versuch, die Eigenschaften des Radiums mechanisch zu erklären, unternahm, wie schon erwähnt, H. J. Gramatzki*) Derjenige Zustand der Energie, der in der Bewegung eines Körpers zum Ausdruck kommt, die sogenannte kinetische Energie, kann uns in zwei Formen, als Rotations- und als Translationsenergie, entgegentreten. Das Bild der ersteren gibt uns ein sich drehender Kreisel, die zweite wird durch das den Raum durcheilende Geschoß einer Kanone illustriert. Letzterem merken wir seinen Energiebesitz ohne weiteres an; ersterer oder ein in gleicher Weise rotierender Körper, zum Beispiel eine um ihren Schwerpunkt sich drehende Kugel, kann, wenn alle Punkte der Oberfläche gleich sind, von ihrer Energie möglicherweise weder etwas sehen noch hören lassen. Sie verharrt an ihrem Orte, ist also raumbeständig, während ein von translatorischer Energie erfüllter Körper raumunbeständig ist.

Übertragen wir nun diese Verhältnisse ins Kleine, ins Kleinste, in eine Welt von Atomen! Ist ein Schwarm von Kugeln molekularer Dimensionen mit translatorischer Energie begabt, so wirbeln die einzelnen durcheinander, treffen die Wand des sie einschließenden Gefäßes und rufen den „Gasdruck" hervor. Wir wissen, daß in jedem Körper, der die Energieform Wärme besitzt, die kleinsten Bestandteile in heftiger translatorischer Bewegung begriffen sind. Denken wir uns nun aber einen Körper, dessen kugelförmig gedachte Atome in Rotation um eine durch ihren Schwerpunkt gehende

*) Die Umschau, VIII. Jahrg., Nr. 38.

Achse begriffen sind, so werden wir von seiner Energiemenge, sie mag noch so groß sein, nichts wahrnehmen, er kann eiskalt sein.

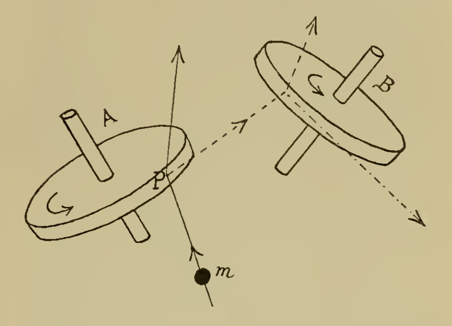
Die Entdeckung des Radiums nun scheint Gramatzki gleichbedeutend zu sein mit der Enthüllung dieser Rotationsenergie der Atome. Die Radiumpräparate geben beständig Energie an ihre Umgebung ab, in der unmittelbaren Nähe eines Radiumsalzes ließ sich eine anhaltend 3 Grad höhere Temperatur gegenüber der Umgebung nachweisen (s. Jahrb. III, S. 119). Ein solches Radiumpräparat scheint eine unerschöpfliche Quelle von Energie zu sein. Da nun, wie wir gesehen, eine ungeheure Energiemenge in einem Gramm Materie, unabhängig von der Temperatur, aufgespeichert denkbar ist, nämlich in der Form von Rotationsenergie der Moleküle, so werden wir durch weiteres Ausspinnen des Begriffes Rotationsenergie dem Wesen der Radioaktivität vielleicht näherkommen.

Das rotierende Atom, das wir uns als Scheibe von Geldstückform denken wollen, ist nicht als unteilbar oder, mechanisch ausgedrückt, stabil zu betrachten, sondern als aus einer Schar von untereinander beweglichen Unteratomen bestehend zu denken; es sei also, wie es nach den Ergebnissen der Radiumforschung am wahrscheinlichsten ist, eben ein kleiner Körper für sich, dessen Bestandteile durch Kohäsion aneinander festhaften, der aber auch zersplittert werden kann. Angenommen, die Kohäsionskraft sei stärker als die bei der Rotation auftretende Fliehkraft, die sich in dem Bestreben der Körperteilchen äußert, sich vom Drehzentrum zu entfernen, so wird unser Atom seine Stabilität bewahren, solange nicht ein äußerer Anstoß der Zentrifugalkraft zum Übergewicht verhilft.

Denken wir uns einmal zwei Atomscheiben — es könnten auch Kugeln oder Polyeder sein — A und B in unserem Atomkomplex, und leiten folgenden Vorgang ein: Ein fliegendes Massenteilchen m treffe die Scheibe A an der Peripherie im Punkte P. Durch die Erschütterung, welche die um P gelegenen Massenteilchen der Scheibe erleiden, werde ihre Kohäsion mit der Scheibe so weit gelockert, daß die infolge der Rotation wirkende Zentrifugalkraft die Oberhand gewinnt und die abgesplitterten Teilchen mit Rotationsgeschwindigkeit forttreibt. Von diesen fliegenden Partikelchen trifft eins die Scheibe B, prallt ab und verbraucht dabei einen Teil seiner Energie wiederum zur Absplitterung neuer Partikelchen. Die verbrauchte Energie kann ein ganz minimaler Bruchteil der Gesamtenergie des fliegenden Partikelchens sein.

So entstehen immer mehr und mehr herumfliegende Atomsplitter, die ersten verlassen schon den Atomkomplex und fliegen in den umgebenden Raum hinaus: der Komplex ist „radioaktiv“ geworden. Die Radioaktivität eines solchen Komplexes wächst vom Momente ihrer Entstehung rasch an, bis sie einen Grenzwert erreicht, der dadurch verursacht wird, daß ein Teil der kleinen Geschosse nur noch wenige Kollisionen erleidet, ein anderer gar keine mehr. Dann muß sie allmählich wieder abnehmen. Doch möge der Leser diesen Versuch mehr als Gleichnis denn als Erklärung nehmen. Wir wenden uns nun noch zu der jüngsten Strahlenart.

Es wird dem Leser des vorigen Jahrbuches (III, S. 126) erinnerlich sein, daß eine Art der neuerdings entdeckten geheimnisvollen Strahlungen, des französischen Physikers Blondlot Nancy- oder N-Strahlen, von Prof. O. Lummer als auf Selbsttäuschung beruhend, nachgewiesen wurden. Im Verlaufe des Jahres 1904 veröffentlichte Blondlot eine Reihe von Mitteilungen über eine andere von ihm gemachte Entdeckung, der sogenannten Emission pesante, die er an einigen Körpern, wie Silber, Blei, Kupfer, Zink, nassem Karton u. s. w., festgestellt zu haben glaubte. Diese Emission oder Ausströmung sollte ebenfalls wie die N-Strahlen eine nach Belichtung im Dunkeln weiterstrahlende Substanz, also eine lumineszente Lichtquelle, wie



zum Beispiel Kalziumsulfid, in stärkeres Aufleuchten versetzen, sobald ihre Strahlen das selbstleuchtende Präparat träfen. Blondlot benutzte bei seinen Versuchen ein Zweifrankstück, unter dessen Einfluß das darunter weggeführte Präparat, sobald die geheimnisvollen Strahlen es senkrecht trafen, stärker aufleuchten sollte.

Um sich von der Wirksamkeit dieser Emission pesante zu überzeugen, hat ein österreichischer Physiker, Rudolf F. Pozdena, eine Reihe von Versuchen angestellt, die ein Stärkeraufleuchten des Präparats sicher zeigen mußten, wenn ein solches von der Emission überhaupt hervorgerufen wurde.*) Die peinlich genauen Anordnungen, welche jede Selbsttäuschung — nicht etwa ausschließen — als eine solche erkennbar machen mußten, möge man am angegebenen Orte nachlesen: bei gleicher Gründlichkeit und Gewissenhaftigkeit würde der geniale Franzose die Welt kaum mit seinen neuen Strahlen beglückt haben.

Es stellte sich nun nach zahlreichen, wochenlang fortgesetzten Versuchen heraus, daß die Erscheinung des Aufleuchtens eines lumineszenten Stoffes durch Blondlots Emission pesante auf einer Täuschung beruht, daß also das Vorhandensein dieser Emission zum mindesten im allerhöchsten Grade zu bezweifeln ist oder wenigstens, daß die Ausstrahlung sich durch ein selbstleuchtendes Präparat nicht nachweisen läßt.

---

*) Annalen der Physik, Bd. 17 (1905), Heft 1.

Wohl sah der Beobachter das Präparat zahlreiche Male stärker aufleuchten; aber nur dreimal unter 150 hatte es seinen Platz da, wo es nach Blondlot allein aufleuchten sollte, nämlich senkrecht unter dem angeblich ausstrahlenden Geldstück. Das ist reiner Zufall, um so mehr, als bei einem unter diesen drei Malen das Geldstück durch einen Schieber verdeckt war, also gar nicht emittieren konnte.

Es handelt sich auch hier wie bei den angeblichen N-Strahlen um eine physiologische Erscheinung: sowie das Präparat nicht direkt (mit der Sehgrube) betrachtet wird, sondern schrägweg, so daß die Stäbchen der Netzhaut den Lichteindruck erhalten, ist sofort ein Aufleuchten zu beobachten. Und ein solcher Moment tritt selbst bei angestrengtestem und genauestem Verfolgen des von einem Gehilfen in beliebigen Bahnen unter dem Geldstück hin und her bewegten Leuchtpräparats sehr leicht ein. Sobald der Beobachtende wußte oder glaubte, das Präparat befinde sich unter der Münze, bildete er sich sicher ein, es aufleuchten gesehen zu haben, und dasselbe war bei seinen drei Gehilfen der Fall. Der ganze Bericht Pozdenas zeigt, wie groß die Autosuggestionsfähigkeit ist, und wie nahe die Gefahr der Selbsttäuschung bei diesen angeblichen geheimen Strahlungen liegt.

Die Umwertung der Elektrizität.

So viele Selbsttäuschungen nun bei den neuen Strahlenarten untergelaufen sind und noch vorkommen werden, einige von ihnen sind denn doch über allen Zweifel erhaben und haben sich als stark genug erwiesen, unsere Anschauungen über Kräfte und Stoff, ja sogar die ganze physikalische Weltanschauung gründlich zu revoltieren. Unter anderem hat sich auch die Elektrizität eine solche Umwertung gefallen lassen müssen, über die Prof. Dr. v. Mangoldt in einem zusammenfassenden Berichte Rechenschaft gibt.*)

Während man noch vor nicht langer Zeit die Elektrizität für eine Naturkraft hielt, beginnt man, sie jetzt als einen Stoff zu betrachten und ihr als solchem atomistischen Bau zuzuschreiben. Hiezu haben vor allem die Erfahrungen geführt, die man bei der Elektrolyse**) sowie bei der genaueren Untersuchung der Kathoden- und der radioaktiven Strahlen gemacht hat. Bei den Experimenten mit dem elektrischen Funken stellten sich unter anderem folgende Fragen ein:

1. Wie verhält sich der leere Raum gegenüber der Elektrizität, vermag er sie zu leiten, oder läßt er sie nicht hindurch?

2. Hat es auf elektrische Funken, die man zwischen zwei einander gegenübergestellten Kugeln überspringen läßt, Einfluß, wenn diese Kugeln nicht in freier Luft, sondern in einer mit der Luftpumpe verbundenen Glasglocke aufgestellt sind und dann die Luft durch Auspumpen nach und nach verdünnt wird?

Anstatt die Luft wie früher durch Auspumpen allmählich zu entfernen, bedient man sich bei diesen Versuchen jetzt der Geißlerschen Röhren, in denen schon bei ihrer Herstellung die Luft auf beliebige Grade der Verdünnung gebracht ist. Eine solche Geißlersche Röhre ist nichts anderes als ein allseitig geschlossenes röhrenförmiges Glasgefäß, in dessen Wandungen als Elektroden an zwei Stellen Platindrähte eingeschmolzen sind, die der Elektrizität den Ein- und Austritt gestatten. In der sehr stark verdünnten Luft (beziehungsweise dem Gase) der Röhre vermag der elektrische Funke ungewöhnlich lange Wege zurückzulegen. Der gewöhnliche Druck, der in einer solchen Röhre herrscht, beträgt 5 bis 1 Millimeter Quecksilber, das heißt $^1/_{150}$ bis $^1/_{760}$ des Druckes, den die Atmosphäre an der Meeresoberfläche ausübt. Bei weiterer Fortsetzung der Gasverdünnung wird das Gas wieder weniger durchlässig für elektrische Entladungen, und endlich genügen selbst die stärksten Spannungen, die man anwenden kann, ohne daß der Funke außen um die Röhre herumschlägt, nicht mehr, um eine Entladung durch das Innere der Röhre hindurchzutreiben.

Sobald ferner der Druck des Gases auf weniger als 1 Millimeter Quecksilber heruntergebracht ist, stellen sich ganz durchgreifende Veränderungen der in der Röhre stattfindenden Lichterscheinungen ein. Bei fortgesetzter Verdünnung breitet sich nämlich im Innern der Röhre um die metallische Ableitungsstelle des elektrischen Stromes, die Kathode, ein dunkler Raum weiter und weiter aus, bis schließlich von dem vorher so blendend rötlichen Lichte des Funkens kaum wahrnehmbare Spuren bleiben. Dafür erscheint an den Wänden der Röhre und bei plattenförmiger Gestalt der Kathode besonders an der ihr gegenüberliegenden Stelle ein helles, je nach der Glassorte grünes oder blaues Fluoreszenzlicht, auf dessen Farbe, Form und Lage die Gestalt und die Lage der Anode, der metallischen Zuleitungsstelle des Stromes, gar keinen Einfluß hat. Es handelt sich also um einen von der Kathode ausgehenden, nicht unbedingt gegen die Anode hin gerichteten Vorgang, und man bemerkt bei gekrümmten Röhren, daß dieses Leuchten nicht mehr, wie vorher der Funke, den Krümmungen der Röhre folgt, sondern sich von der Kathode aus in geradlinigen, zur Kathode senkrechten Strahlen in den umgebenden Raum hinein verbreitet. Körper in der Nähe der Kathode halten diese Strahlen auf und werfen auf die fluoreszierenden Wandstellen dunkle Schatten.

Diese Strahlen sind die berühmten, zuerst 1869 von Hittorf näher beschriebenen und untersuchten Kathodenstrahlen, deren Entdeckung und Erklärung keineswegs leicht gewesen ist. Sie kommen in hinreichender Reinheit erst dann zu stande, wenn das Gas in der Röhre nur noch einen Druck von ungefähr $^1/_{100}$ Millimeter Quecksilber ausübt. Vorher treten schöne und glänzende Lichteffekte auf, die jedoch nur sozusagen Verunreinigungen der Kathodenstrahlen darstellen und durch Übereinanderlagerung ganz verschiedener Vorgänge entstehen. Die

*) Die Umschau, 9. Jahrg. (1905), Nr. 11.

**) Die Elektrolyse bedient sich des elektrischen Stromes zur chemischen Zersetzung flüssiger oder fester Verbindungen, vor allem der Salze, sodann der chemisch ebenso zusammengesetzten Säuren und Basen. Der Eintritt des Stromes in den zu zersetzenden Stoff erfolgt durch die Anode, der Austritt durch die (negative) Kathode; die beiden Stellen heißen die Elektroden.

Kathodenstrahlen selbst sind unsichtbar und verraten sich zunächst nur dadurch, daß die von ihnen getroffenen Stellen der Röhrenwand fluoreszieren. Der schwache Lichtschimmer im Innern der Röhre, der sie zuweilen begleitet, rührt von den durchstrahlten Resten des Gases her und verschwindet um so mehr, je stärker die Röhrenluft verdünnt ist.

Die Deutung dieser unsichtbaren Strahlen bereitete zunächst die größten Schwierigkeiten, die noch erhöht wurden, als man im Anschluß an die Kathodenstrahlen im Jahre 1895 die nach ihrem Entdecker benannten Röntgenstrahlen auffand. Sie entstehen, wenn ein Bündel Kathodenstrahlen auf eine Metallplatte fällt und dort, anstatt von ihr wie das Licht zurückgeworfen zu werden, sein Ende erreicht. Von der getroffenen Metallplatte gehen Strahlen ganz anderer Art aus, und zwar nicht bloß in der Richtung, die das Kathodenstrahlbündel bei etwaiger Zurückwerfung einschlagen würde, sondern fast gleich stark nach allen Richtungen. Diese von dem Kathodenlicht erzeugte Strahlengattung sind die Röntgenstrahlen oder X-Strahlen.

Eine genauere Untersuchung der Kathodenstrahlen ließ zunächst keinen Zweifel darüber, daß es sich bei ihnen um eine außerordentlich schnelle Bewegung negativer Elektrizität in der Richtung der Strahlen handelt. Zwei sich durchkreuzende, von zwei schräg zueinander stehenden Kathoden ausgehende Bündel von Kathodenstrahlen haben die Eigenschaft, einfach durcheinander hindurchzugehen, ohne sich in irgend merkbarer Weise gegenseitig zu stören. Es ist, als wenn zwei mit der Front in stumpfem Winkel zueinander stehende Kompagnien gleichzeitig nach verschiedenen Richtungen Schnellfeuer gäben, und zwar so, daß die Schußlinien sich schneiden. Dann wird die Wirkung des Feuers der einen Kompagnie durch das der anderen nicht beeinflußt, abgesehen von dem außerordentlich seltenen Zufall, daß einmal zwei sich kreuzende Kugeln einander treffen. Man muß demnach dieser Kathodenelektrizität notwendig eine atomistische Struktur zuschreiben, das heißt, sie sich auf sehr viele äußerst kleine und durch verhältnismäßig große Zwischenräume voneinander getrennte Körperchen, die Elektronen, verteilt denken.

Als was hat man sich nun diese Elektronen vorzustellen? Als elektrisch geladene Teilchen der gewöhnlichen Materie, oder als von dieser durchaus verschieden? Wie groß sind sie, welches ist ihre Geschwindigkeit, wie stark ist die Ladung, die ein einzelnes Elektron mit sich führt? Um die Beantwortung dieser Fragen hat sich der Leydener Physiker H. A. Lorentz besonders verdient gemacht, und Prof. v. Mangoldt schließt sich seinen Anschauungen an.

Danach sind die Elektronen sehr kleine, aber noch dreidimensionale Körperchen von ganz anderer Art als die Atome der wägbaren Materie. Man kann sie sich als winzige Kugeln vorstellen, deren Radius alsdann auf ungefähr 5 billiontel Millimeter zu schätzen wäre; das heißt die Anzahl der Elektronen, die sich auf einer Strecke von 1 Millimeter Länge nebeneinander reihen ließen, wäre vergleichbar mit der Anzahl der Millimeter, die in der Entfernung von der Erde zum Monde enthalten sind. In dem Raume, den man sich auf Grund der kinetischen Gastheorie von einem einzigen Stoffmolekül erfüllt denkt, würden Hunderttausende von Elektronen nebeneinander Platz haben.

Dieser Umstand macht es möglich, auch den in einem Metalldraht kreisenden elektrischen Strom als Bewegung eines Schwarmes von Elektronen aufzufassen. So dicht die Atome in einem Metall gelagert sein mögen, so sind die zwischen ihnen vorhandenen Räume doch immer noch groß genug, um die winzigen Elektronen durchzulassen. Und diesem Größenunterschied zwischen den Stoffmolekülen und den Elektronen entspricht ein Geschwindigkeitsunterschied. Während das arithmetische Mittel der Geschwindigkeit zum Beispiel bei Wasserstoffmolekülen noch nicht 2 Kilometer in der Sekunde erreicht, fliegen die Elektronen in den Kathodenstrahlen vielfach mit Geschwindigkeiten, die denen des Lichtes, das heißt fast 300.000 Kilometer in der Sekunde, nahekommen. Die Schnelligkeit eines solchen Elektrons übertrifft damit die einer Kanonenkugel, 500 Meter in der Sekunde, ebenso oft wie die Geschwindigkeit der Kugel die einer Schnecke, welche in der Sekunde 1 Millimeter vorwärts schleicht.

Kürzlich hat Erich Marx*) vor der 77. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Meran experimentell nachgewiesen, daß (mit einer Fehlergrenze von höchstens 5 Prozent) die Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen derjenigen des Lichtes gleich ist. Seine Methode der Geschwindigkeitsbestimmung läßt sich auf jede Art von Strahlung anwenden, die periodisch erzeugbar oder durch periodische Kräfte zerlegbar ist und ihrerseits polare Eigenschaften eines schwingenden Systems auslöst.

Sind die bisher genannten Unterschiede zwischen den Elektronen und der ponderablen Materie immerhin nur quantitativ, so fällt dafür der folgende um so mehr ins Gewicht: die Elektronen haben keine Schwere, sie sind der allgemeinen Gravitation, die nach Newton im ganzen Weltall herrscht, nicht unterworfen. Der Stoff, aus dem sie bestehen, ist reine Elektrizität und völlig gewichtlos (imponderabel). Ferner sind die Elektronen nicht mit unmittelbar in die Ferne wirkenden Kräften ausgestattet. Sie wirken zwar auch aufeinander, aber nur durch Vermittlung des sogenannten Lichtäthers, und die Wirkungen brauchen Zeit, um sich durch den Raum hindurch fortzupflanzen.

Die Elektronentheorie schreibt dem Äther eine vollkommen lückenlose Raumerfüllung zu, so daß er auch im Innern der Atome und der Elektronen vorhanden ist. Er gilt als absolut starr, so daß seine Teile niemals irgend welche Bewegungen gegeneinander ausführen. Mithin kann man auch die im Äther auftretenden Zustände elektrischer — und magnetischer — Erregung nicht mehr als Spannungszustände in einem zwar festen, aber doch elastischen Körper erklären — man kann sie eigentlich gar nicht erklären. Die Atome der Materie wie die der Elektrizität, ja ganze Weltkugeln wie un-

*) Physik. Zeitschrift, 6. Jahrg., Nr. 23.

sere Erde vermögen durch den ruhenden Äther hindurchzufahren, ohne dabei irgend welche Reibungswiderstände durch ihn zu erleiden.

Von den beiden Erregungszuständen des Äthers, dem elektrischen und dem magnetischen, weiß man nur, daß sie sich geometrisch nach dem Parallelogramm der Kräfte, durch gerichtete Strecken, darstellen lassen, so daß sich also zwei oder mehr solcher Erregungen an demselben Orte nach dem bekannten Parallelogrammgesetz zu einer resultierenden Erregung zusammensetzen. Man weiß ferner, beziehungsweise meint zu wissen, daß und wie diese Erregungszustände des Äthers durch die Anwesenheit und die Bewegungen der Elektronen hervorgerufen werden und wie sie anderseits auf die Elektronen zurückwirken. Sich aber von der eigentlichen Natur dieser Zustände ein genaueres Bild zu machen, darauf muß man zur Zeit — und ich fürchte, auch in alle Ewigkeit — verzichten.

Die entthronte Materie.

Die Auffassung der Elektrizität als einer Art raumerfüllender, wenn auch schwereloser Materie ist nicht ohne Rückwirkung auf die bisherigen Vorstellungen von den chemischen Atomen geblieben. Sie hat zu der Einsicht geführt, daß der Vergleich der Atome mit elastischen Kugeln von einigen zehnmilliontel Millimeter Durchmesser nur ein sehr rohes Bild der viel verwickelteren Wirklichkeit geben kann. Die Beobachtungen über den Durchgang von Kathodenstrahlen durch Gase in verschiedenen Graden der Verdünnung haben ergeben, daß, die Atome als Kugeln von der angegebenen Größe aufgefaßt, ein von der Kathode abgeschleudertes Elektron auf seinem Wege durch das Gas 4000 bis 5000 Atome durchschlagen muß, ehe seine Geschwindigkeit eine merkliche Änderung ihrer Größe oder ihrer Richtung erleidet. Manche Erscheinungen bei diesen Beobachtungen weisen ferner darauf hin, daß die Elektronen beim Durchqueren der Atome deren Gefüge gewaltig zu ändern vermögen. So ist man, wie das schon im ersten Abschnitt dieses Kapitels hinsichtlich des Radiumatoms angedeutet wurde, dazu gekommen, die Atome der Chemie nicht mehr als unteilbare Körperchen von einfachem Bau, sondern als sehr verwickelte Gebilde anzusehen, die vielleicht unserem Sonnensystem, vielleicht gar dem System der von der Milchstraße umfaßten Fixsterne ähneln, und zwar insofern, als sie aus einer großen Anzahl kleinerer, durch verhältnismäßig weite Zwischenräume getrennter Körper bestehen, die zwar in mannigfachen Bewegungen gegeneinander begriffen sind, dabei aber doch, wie die Sonne mit ihren Planeten, abgeschlossene Ganze bilden.

Auf Grund dieser Vorstellung hat Lenard die Frage erörtert, welcher Teil des von einem festen Körper eingenommenen Raumes denn nun eigentlich wirklich von Masse erfüllt ist und wieviel auf die Zwischenräume zwischen den kleinsten Teilen der Materie entfällt. Und da zeigt sich ganz etwas Ähnliches, wie wenn wir die Masse der Riesenatome, die wir als Weltkörper, Sonnen, Planeten bezeichnen, mit dem von ihnen erfüllten Weltraum vergleichen: selbst bei einem so dichten Stoffe wie Platin ist nach Lenard in 1 Kubikmeter nicht mehr als nur 1 Kubikmillimeter von wahrer Masse erfüllt. Ob diese wahre Masse sich vielleicht eines Tages als mit der Elektrizität gleichbedeutend (identisch) herausstellen wird, das ist eine zurzeit noch völlig offene Frage. Zahlreiche Fragen ähnlicher Art und ähnlicher Wichtigkeit harren ebenfalls der Beantwortung, zum Beispiel die Frage nach dem Wesen der noch große Schwierigkeiten bietenden positiven Elektrizität, nach der Wechselwirkung der Elektronen und der Materie u. a.

So sieht sich der Physiker trotz aller guten Vorsätze, auf dem Boden der exakten Wissenschaften standzuhalten und die Netze und Fallstricke der Philosophie zu meiden, unwiderstehlich zur Erörterung der tiefsten Fragen der Metaphysik gezogen, und eine dieser Erörterungen soll uns im folgenden beschäftigen.

Über die Veränderungen, welche die neuen physikalischen Entdeckungen in unserer Weltanschauung hervorrufen, spricht sich A. J. Balfour, der Kanzler der Universität Edinburg, in einer Rede zur Eröffnung der Versammlung der British Association 1904 aus.*) Es handelt sich bei diesen Entdeckungen um weit mehr als um das Auffinden der Gesetze, welche die neuen Erscheinungen unter sich und mit den schon bekannten Tatsachen verknüpfen. Überhaupt ist es, um zunächst an der Oberfläche zu bleiben, schon unpassend, falsch und irreführend, Dinge, welche so ärmlich mit Sinneswerkzeugen ausgestatteten Wesen, wie wir sind, niemals erschienen sind und niemals erscheinen können, als „Erscheinungen" zu beschreiben. Und abgesehen von diesem tief wurzelnden Sprachfehler ist es sachlich höchst ungenau, zu sagen, es handle sich bei der Erforschung der Natur ausschließlich um eine Kenntnis der „Naturgesetze". Der Physiker sucht mehr als das, was man als „Koexistenzen" oder „Aufeinanderfolgen" zwischen sogenannten „Erscheinungen" beschreiben könnte, er sucht etwas Tieferes als die Gesetze, welche die möglichen Versuchsgegenstände verknüpfen. Sein Endziel ist physikalische Realität, Erkenntnis der Materie. Daß eine solche Realität existiert, obwohl Philosophen sie bezweifelt haben, ist der unerschütterliche Glaube der Wissenschaft, und mit der Möglichkeit dieser Existenz steht und fällt die Wissenschaft, wie die Naturforscher sie gewöhnlich auffassen.

Balfour zeigt, welche Umwälzung im Laufe einiger Menschenalter hinsichtlich der physikalischen Vorstellungen vor sich gegangen ist. Vor zwei Jahrhunderten erschien die Elektrizität nur als eine wissenschaftliche Spielerei. Jetzt glauben viele, daß sie die Realität ist, von der die Materie nur der wahrnehmbare Ausdruck sei. Nur ein Jahrhundert ist es her, daß der Titel eines Äthers unter den Bestandteilen des Universums authentisch festgestellt wurde. Jetzt scheint es möglich, daß er der Stoff ist, aus dem sich dieses Universum gänzlich aufbaut.

*) Betrachtungen, angeregt durch die neue Theorie der Materie. Naturwiss. Rundsch., 19. Jahrg. (1904), Nr. 40.

Nicht minder überraschend sind die Begleitschlüsse, die mit dieser Anschauung von der physischen Welt verknüpft sind. Man pflegte zum Beispiel zu denken, daß Masse*) eine ursprüngliche Eigenschaft der Materie sei, einer Erklärung weder fähig noch bedürftig; sie sei ihrer Natur nach wesentlich unveränderlich, erleide weder eine Vermehrung noch eine Verminderung unter der Beanspruchung irgend welcher Kräfte, denen sie unterworfen werden konnte, und sei unveränderlich verknüpft oder identifiziert mit jedem materiellen Bruchstück, mag dieses in seinem Aussehen, seiner Größe, seinem chemischen oder physikalischen Zustande noch so sehr variieren. Werden aber die neuen Theorien angenommen, so müssen diese Anschauungen revidiert werden. „Masse" ist dann nicht nur erklärbar, sondern sie ist faktisch erklärt. Weit entfernt, ein Attribut (eine Eigenschaft) der Materie zu sein, rührt sie her von der Beziehung zwischen den elektrischen Monaden (Unteratomen, Elektronen), aus denen die Materie zusammengesetzt ist, und dem Äther, in den sie getaucht sind. Weit entfernt, unveränderlich zu sein, ändert die Masse, wenn sie sich mit großen Geschwindigkeiten bewegt, sich mit jedem Wechsel ihrer Geschwindigkeit.

Vielleicht ist aber die eindrücklichste Änderung in unserem Weltbilde, die von diesen neuen Theorien gefordert wird, noch in einer anderen Richtung zu suchen. Denken wir an die allgemein angenommenen interessanten Anschauungen bezüglich des Ursprungs und der Entwicklung der Sonnen mit ihren zugehörigen Planetensystemen, bei welcher Entwicklung ein großer Teil der Energie sich allmählich zerstreute, indem er während des Verdichtungsprozesses in Form von Licht und Wärme ins Weltall überging. Verfolgt man diese Theorie in ihren natürlichen Schlußfolgerungen, so wird es klar, daß die jetzt sichtbaren glühenden Sterne auf der Mitte des Weges stehen zwischen den Nebeln, aus denen sie entsprangen, und der erstarrten Finsternis, für die sie prädestiniert (vorweg bestimmt) sind. Was sollen wir denken von der unsichtbaren Menge von Himmelskörpern, bei denen dieser Prozeß schon beendet ist? Nach gewöhnlicher Anschauung befinden sie sich in einem Zustande, in dem es keine Möglichkeit innerer Bewegung mehr gibt. Bei der Temperatur des Weltraumes müssen die sie zusammensetzenden Elemente starr und untätig sein; chemische Aktion und Bewegung der Moleküle müssen gleich unmöglich sein, und ihre erschöpfte Energie könnte keine Erneuerung erfahren, wenn sie nicht plötzlich durch irgend einen himmlischen Zusammenstoß verjüngt würden oder in Regionen gelangten, die durch jüngere Sonnen erwärmt werden.

So nach der alten, bisher geltenden Anschauung, die jedoch gründlich umgestaltet werden muß, wenn wir die elektrische Theorie der Materie annehmen. Wir können dann nicht länger glauben, daß die ganze Energie einer Sonne erschöpft wäre, wenn ihre innere Energie so weit als möglich in Wärme verwandelt wäre, sei es durch ihre Zusammenziehung unter der Macht der Gravitation, sei es durch chemische Wechselwirkungen zwischen ihren Elementen oder durch irgend eine Kraft zwischen den Atomen, und wenn die so entstandene Energie, wie das mit der Zeit geschehen muß, durch den unendlichen Raum zerstreut worden wäre. Im Gegenteil: die so verlorene Energiemenge würde unbedeutend sein im Vergleich mit der, welche in den einzelnen Atomen aufgespeichert zurückbliebe. Das System würde in seiner korporierten Kapazität bankrott geworden sein — der Reichtum seiner individuellen Bestandteile würde sich kaum vermindert haben. Sie würden Seite an Seite liegen, ohne Bewegung, ohne chemische Verwandtschaft; aber jedes einzelne, obwohl untätig in seinen äußeren Beziehungen, wäre der Schauplatz heftiger Bewegungen und mächtiger innerer Kräfte.

Oder — derselbe Gedanke in anderer Form: wenn das plötzliche Erscheinen einer Nova im Teleskop dem Astronomen Kunde gibt, daß er, und vielleicht im ganzen Universum er allein, Zeuge des Aufflammens einer Weltkugel ist, dann müssen die gewaltigen Kräfte, durch welche diese weit entfernte Tragödie sich abspielt, sicherlich seine Ehrfurcht erwecken. Dennoch würden nicht nur die Glieder jedes einzelnen Atomsystems ihre relativen Wege unverändert verfolgen, während die Atome selbst heftig auseinandergerissen würden in den flammenden Dampf, sondern die Kräfte, durch welche eine solche Welt zerschmettert wird, sind tatsächlich nichtig und zu vernachlässigen im Vergleich mit denen, durch die ein jedes Atom derselben zusammengehalten wird.

Gemeinsam mit allen anderen lebenden Wesen scheinen wir es somit faktisch vorzugsweise mit den schwächeren Kräften der Natur, mit der Energie in ihren wenigst mächtigen Offenbarungen, zu tun zu haben. Chemische Verwandtschaft und Kohäsion sind nach der neuen Theorie nichts weiter als die geringen zurückbleibenden Wirkungen der inneren elektrischen Kräfte, die das Atom in der Existenz erhalten. Obwohl die Gravitation die gestaltende Kraft ist, welche die Nebel zu organisierten Systemen von Sonnen und Trabanten verdichtet, ist sie doch unbedeutend im Vergleich mit den Anziehungen und Abstoßungen, die uns zwischen elektrisch geladenen Körpern bekannt sind, und diese wiederum sind unbedeutend gegenüber den Anziehungen und Abstoßungen zwischen den elektrischen Monaden. Die unregelmäßigen, als Wärme empfundenen Molekularbewegungen können nicht rivalisieren mit der kinetischen, das heißt als Bewegung sich äußernden Energie, die in den Molekülen selbst aufgespeichert ist. Dieser wunderbare Mechanismus erscheint außerhalb des Bereiches unserer unmittelbaren Interessen, er verspricht uns keinen Nutzeffekt, wird weder unsere Mühlen treiben noch sich an unsere Wagen schirren lassen. Wir leben sozusagen nur an seinem Saume. Und doch regt er deswegen die geistige Vorstellungskraft nicht weniger an. Der Sternenhimmel hat seit undenklichen Zeiten Verehrung und Bewunderung in den Menschen erweckt. Aber wenn der Staub unter unseren Füßen wirklich zusammengesetzt ist aus zahllosen Systemen, deren Elemente ewig in schnellster

*) Unter Masse eines Körpers versteht man die Menge von Materie, welche den Raum (das Volum) des Körpers ausfüllt.

Bewegung sind und dennoch durch ungezählte Zeitalter ihr Gleichgewicht unerschüttert bewahren, so sind die Wunder, die wir täglich mit Augen sehen, wohl kaum bewundernswerter als die, welche die jüngsten Entdeckungen uns dunkel ahnen lassen.

Schon die Annahme eines einfachen Universums ist geeignet, ein lebhaftes Gefühl der Befriedigung zu erwecken. Es läßt sich zwar nicht ein eigentlich haltbarer Grund dafür angeben, weshalb es uns mehr befriedigt, die materielle Welt eher als eine Modifikation eines einfachen Mediums anzusehen, denn als einen Aufbau aus 70 bis 80 elementaren, ewig verschieden seienden und bleibenden Grundstoffen. Aber es ist doch so, und stets haben sich Männer der Wissenschaft gegen eine Vermehrung der Wesenheiten gesträubt und jedes Anzeichen, das für die Zusammengesetztheit der Atome und den gemeinsamen Ursprung der chemischen Elemente sprach, eifrig vermerkt.

Wir unterschieden bisher an der Materie primäre und sekundäre Eigenschaften. Letztere, wie Farbe, Geruch, Wärme u. s. w., sind bekanntlich Dichtungen unserer Sinnesorgane: jedwedes Auge mit seinen Zäpfchen und Stäbchen hinweggedacht — und der farbenprächtige Schleier der Welt versinkt in das Nichts. Die primären Qualitäten dagegen, zum Beispiel Gestalt und Masse, sollen der Materie als solcher anhaften, ganz gleich, ob sie durch das Medium eines menschlichen Sinnesorganes in ein Bewußtsein tritt oder nicht; mithin müssen auch Moleküle und Atome, die ja doch Stücke, wenn auch unermeßlich winzige, der Materie sein sollen, diese primären oder „Ur"-Eigenschaften besitzen.

Die neue elektrische Theorie aber führt uns in ein ganz und gar neues Gebiet. Sie beschränkt sich nicht darauf, die sekundären Qualitäten durch die primären zu erklären oder das Verhalten der Materie im Körper durch das Verhalten der Materie in den Atomen zu begründen: sie löst vielmehr die Materie, sie sei molar (zu Massen zusammengeballt) oder molekular, in etwas auf, das überhaupt nicht Materie ist. Das Atom ist jetzt nichts mehr als der relativ weite Schauplatz von Operationen, in welchem kleinste Monaden ihre geordneten Evolutionen ausführen; während die Monaden selbst nicht als Einheiten der Materie, sondern als Einheiten der Elektrizität aufgefaßt werden, so daß die Materie nicht bloß erklärt, sondern weggeklärt ist.

Warum aber sagt uns die alltägliche Erfahrung so gar nichts von diesen neuen Entdeckungen? Warum täuscht sie uns eine Welt vor, die, wie nicht nur der Philosoph, sondern auch der Physiker sagt, gar nicht existiert? Wir beziehen unsere Kenntnisse der physischen Welt durch die Sinnesorgane. Was wir sehen, hängt jedoch nicht nur von dem ab, was gesehen werden soll, sondern von unseren Augen; was wir hören, nicht nur von dem, was gehört werden soll, sondern von unseren Ohren. Ohren, Augen, Nase und die übrigen Wahrnehmungsmechanismen haben nun, wie wir wissen, sich in unseren unentwickelteren Vorfahren durch die langsame Operation der natürlichen Auslese herausgebildet, und dasselbe gilt von den Verstandeskräften, die uns befähigen, auf der schmalen und gebrechlichen Plattform, welche die Sinneswahrnehmungen liefern, das stolze Gebäude der Wissenschaften zu errichten.

Die natürliche Auslese wirkt nun einzig durch das Vorteilhafte. Sie unterstützt Fähigkeiten, die ihrem Besitzer oder seiner Art im Kampfe ums Dasein nützlich sind, und unterdrückt aus einem ähnlichen Grunde nutzlose Anlagen; denn, wie interessant sie auch von anderen Gesichtspunkten aus sein mögen: sind sie nutzlos, so sind sie wahrscheinlich auch lästig.

Auf diese Weise hätte nun niemals die Fähigkeit des wissenschaftlichen Untersuchens, des Berechnens und Analysierens entstehen können. So nützlich sie uns jetzt auch als Hebel vieler wertvoller Erfindungen ist, so konnten doch die blinden Kräfte der natürlichen Auslese das nicht voraussehen. Soweit die Naturwissenschaft uns sagen kann, ist jede Qualität der Sinne oder des Intellekts, die uns nicht hilft zu kämpfen, zu essen und uns fortzupflanzen, nur ein Nebenprodukt der Qualitäten, die dies tun. Jetzt allerdings, da sich der Nutzen dieser neuen Entdeckungen bemerkbar macht, werden sich auch die Sinnes- und Verstandeskräfte nach dieser Richtung hin gewaltig steigern. Schon jetzt haben wir in 100 Jahren vielleicht größere materielle und geistige Eroberungen gemacht als in allen vorhergehenden Jahrtausenden der Menschheitsgeschichte.

Diesen Umständen, sagt Balfour, ist es mutmaßlich zu danken, daß die Glaubenssätze aller Menschen über die materiellen Umgebungen, in denen sie sich aufhalten, nicht nur unvollkommen, sondern gründlich falsch sind. Es mag eigentümlich erscheinen, daß bis — sagen wir — vor fünf Jahren unsere Rasse ohne Ausnahme gelebt hat und gestorben ist in einer Welt von Illusionen; und daß ihre Illusionen oder die, mit denen wir uns hier befassen, nicht entlegene oder abstrakte, transzendente oder göttliche Dinge betrafen, sondern das, was die Menschen sehen und handhaben, jene „schlichten Tatsachen", unter denen der gewöhnliche Menschenverstand sich täglich mit höchst vertrauensvollem Schritt und selbstbewußtem Lächeln bewegt. Das ist jedoch mutmaßlich deshalb der Fall, weil ein allzu direktes Sehen der physikalischen Realität, dessen, was dem Schein der Dinge als Wesen zu Grunde liegt, im Kampfe ums Dasein für uns ein Hindernis, nicht eine Hilfe gewesen wäre; weil Unwahrheit in diesem Falle nützlicher war als Wahrheit; oder weil mit einem so unvollkommenen Material wie das lebende Gewebe keine besseren Resultate erreicht werden konnten.

Droben aber im Olymp der Philosophen sieht sich Schopenhauer triumphierend in der Runde um, nimmt eine Prise und spricht: „Hab ich's euch nicht immer gesagt, sie werden schon noch zur Einsicht kommen? Noch ein paar Jährchen so weiter und sie verstehen mich schon, wenn ich sage, daß das ganze Wesen der Materie nichts weiter ist als Kausalität. Ihr Sein ist eben ihr Wirken: kein anderes Sein derselben läßt sich auch nur denken. Nur als wirkend füllt sie den Raum, füllt sie die Zeit: ihre Einwirkung auf das unmittelbare Objekt

(das selbst Materie ist) bedingt die Anschauung, in der sie allein existiert."

Kehren wir nun aber von diesen metaphysischen Betrachtungen auf das Feld der Physik zurück, so wäre es unrecht, nicht darauf hinzuweisen, daß die soeben mitgeteilten Hypothesen über Elektrizität und Materie auch beträchtlichen Widerspruch erfahren haben. Unter den Gegnern der gegenwärtigen Theorie der Materie hat Dr. Heinrich Rudolph in einer gediegenen Arbeit das Unzulässige, ja teilweise Absurde dieser neuen Theorien nachzuweisen versucht.*) Er zeigt, daß die Tatsachen sich sehr wohl im bisherigen Sinne des Begriffes „Materie" erklären lassen, und daß wir durchaus nicht auf die Grundsäulen der Wissenschaft, die Erhaltung der Energie und damit die Erhaltung des Stoffes, zu verzichten brauchen. Die ganze Abhandlung hat ein so durchaus logisch zusammenhängendes Gefüge, daß es unmöglich ist, auf dem hier zur Verfügung stehenden Raume den ganzen Inhalt sachgemäß zu skizzieren. Nur auf zwei Punkte sei hier aufmerksam gemacht.

Die Kathodenstrahlen, die uns hier schon so viel beschäftigt haben, hat Dr. Rudolph schon vor längerer Zeit als unermeßlich dünne, kontinuierliche (zusammenhängende) Strahlen einer mit großer Geschwindigkeit fließenden, jeder besonderen Eigenschaft, auch der Gravitation, baren Materie, nämlich von Äther, betrachtet. Dieser Äther unterscheidet sich von dem durch Lord Kelvin, Hemholtz u. a. angenommenen dadurch, daß er den Raum nicht kontinuierlich erfüllt. Sonst könnte diese Flüssigkeit keine Strahlen bilden, was aber Erfahrungstatsache ist. Für eine solche Flüssigkeit ohne jede positive Eigenschaft, also auch ohne Reibung, ergibt sich nun sofort die rein mathematische Konsequenz, daß sie im druckfreien Zustande überall dieselbe Geschwindigkeit haben muß, denn da keine Geschwindigkeit durch Reibung verloren gehen kann, besteht jede Geschwindigkeitsänderung entweder nur in einer Richtungsänderung der fließenden Materie, oder sie speichert sich in Form von Druck auf, und zwar als Stoßdruck.

Wie bei zwei gegeneinander gerichteten Wasserstrahlen an der Stelle, wo sie zusammentreffen, eine Verbreiterung oder eine Wand aus Wasser entsteht, so bei den unter irgend welchen Winkeln aufeinander treffenden Ätherstrahlen Ätherwände, an denen die Strahlen abgelenkt werden und in neuen Richtungen fließen. Alle abfließenden Strahlen müssen aber durch feine Strahlungsflächenwände miteinander in Verbindung stehen, so daß ein eigentümlich gebauter geometrischer Körper entsteht, charakterisiert durch eine Anzahl auftreffender Strahlen mit einem annähernd polyedrischen (vielflächigen) Druckraum, dessen Begrenzungsflächen Vielecke mit etwas konvexer Wölbung nach innen sind und deren unter Druck befindliche Materie fortwährend wieder in Strahlen abfließt, die aus den Ecken der polyedrischen Druckräume entspringen und durch ebene, den Kanten der Druckräume aufgesetzte Strahlungsflächen miteinander verbunden sind. Solche Druckräume ermöglichen eine hydrodynamische (nach den Gesetzen bewegter Flüssigkeiten aufgebaute) Theorie der Atome. Das ist der zweite wichtige Punkt in Dr. Rudolphs Arbeit.

Er sieht also die Atome nicht, wie das zumeist in der Physik geschieht, als kugelförmige, sondern als polyedrische Gestalten an und erklärt durch die Kompliziertheit eines solchen Gebildes trotz der überaus einfachen Entstehungsursachen desselben auch die in der Spektralanalyse so grell sich zeigende und bisher so rätselhafte Kompliziertheit im inneren Bau der Atome. Dazu kommt noch etwas sehr Wichtiges. Da jedes solches Atom durch seine auftreffenden und abfließenden Strahlen nach allen Seiten mit anderen Atomen in der Nähe und Ferne in Wechselwirkung tritt, eine Tatsache, die, sonst schwer begreiflich, nun eine sehr einfache Erklärung findet, da also jeder abfließende Strahl des einen Atoms irgendwo einmal auftreffender Strahl eines anderen wird, so findet wiederum durch Vermittlung der Strahlungsflächenschirme und deren konkavere oder konvexere Gestalt eine Beeinflussung der Atome untereinander statt, derzufolge alle Strahlen gleiche Stärke annehmen. Dies ist wegen der unveränderlichen Geschwindigkeit der (reibungsfreien) Äthermaterie in den Strahlen nur möglich, wenn von einem Atom weder mehr noch weniger Strahlen abfließen, als auf dasselbe treffen. Nur unter dieser Bedingung trägt das Atom die Gewähr für seinen Fortbestand in sich; im anderen Falle steigern sich die Gleichgewichtsstörungen in einer Atomgruppe und führen zur Auflösung der Atome. Deshalb ist von der sehr großen Anzahl Atomformen, die selbst bei einer beschränkten Zahl auftreffender Strahlen möglich sind, nur eine kleine Anzahl wirklich bestandfähig, nämlich die mit gleicher Zahl der auftreffenden und abfließenden Strahlen. Die Zahl der von Dr. Rudolph berechneten existenzfähigen polyedrischen Atomformen stimmt mit der Anzahl der gegenwärtig bekannten Elemente ungefähr überein.

Diamanten und Kristallisation.

Für die polyedrische Form der Atome könnte man auch das Bestreben der meisten Mineralien, sich bei unbehinderter Gestaltung in Kristallform auszuprägen, ins Feld führen. Wenn wir die Bedingungen der Kristallisation jedes Minerals kennten, würde uns wahrscheinlich auch die künstliche Herstellung der entsprechenden Kristalle gelingen. Die dahingehenden Versuche gelten gegenwärtig hauptsächlich der Herstellung künstlicher Edelsteine, besonders der Rubine und der Diamanten; auch Saphire in allen Farbenvarietäten werden von dem Franzosen Paquier hergestellt und sollen von echten Steinen nicht zu unterscheiden sein.

Der Erfinder des Verfahrens der Herstellung künstlicher Rubine, der französische Chemiker Verneuil, hat sein Geheimnis kürzlich verraten; die Fabrikation ist ziemlich verwickelt, so daß trotzdem nicht zu besorgen ist, daß der Markt jetzt plötz-

*) Über die Unzulässigkeit der gegenwärtigen Theorie der Materie. Wiss. Beilage, städt. Realgymn. zu Coblenz, Ostern 1905. Zu haben in der Buchhandl. von Groos, Coblenz.

lich mit künstlichen Edelsteinen überschwemmt werden wird.*)

Das Verfahren besteht im Prinzip darin, daß reine Tonerde mit Zusatz von 2 bis 2½ Prozent Chromoxyd im Knallgasgebläse geschmolzen wird. Damit jedoch nicht, wie bei der Herstellung künstlicher Diamanten bisher stets, nur mikroskopisch kleine Splitterchen, sondern größere durchsichtige Steine entstehen, muß die Kristallisation sehr langsam und nahe dem Schmelzpunkt vor sich gehen, da die Masse sonst in langen, spießförmigen Nadeln erstarrt, welche den Stein undurchsichtig machen. Ferner darf die Temperatur nicht zu hoch sein, sonst schäumt die Mischung und ergibt blasige Steine.

Verneuil hat zur Einhaltung aller Bedingungen einen Apparat konstruiert, der den natürlichen Steinen vollkommen identische künstliche Rubine liefert. In einen Schmelzraum, dessen Inneres die Knallgasflamme (Leuchtgas und Sauerstoff) birgt, ragt von unten ein Stift reiner Tonerde, dessen Höhe durch eine eigene Vorrichtung regulierbar ist. Über dem Schmelzraum befindet sich in einem Behälter die zur Herstellung der Rubine dienende Masse in feinpulverisiertem Zustande und fällt von da aus, durch leichte elektrisch verursachte Stöße eines Schlägers auf den bis in den Behälter reichenden Stab erschüttert, durch die trichterförmige Verengerung des Behälters und ein Rohr in die Flamme des Knallgasgebläses. In dieser schmelzen die Stäubchen zu feinen Tropfen, die sich auf der Spitze des Tonerdestiftes ansammeln und ganz allmählich zu einer größeren Kugel anwachsen. Freilich zeigen die so erhaltenen Steine, abgesehen von ganz kleinen, eigens ausgewählten reinen Stückchen, gewöhnlich noch einen oder zwei Fehler: kleine, durch das Mikroskop erkennbare Bläschen und blasse Streifungen, die durch eine Verflüchtigung des nicht gleichmäßig genug verteilten Chromoxyds bedingt sind. Da jedoch die natürlichen Steine auch nur selten tadellos sind und die Kunstprodukte sie an Schönheit der Farbe, Klarheit und Durchsichtigkeit fast übertreffen, besonders wenn sie erst gefaßt sind, so werden diese kleinen Fehler der Verwendung als Schmuck keinen Eintrag tun und das Monopol der Rubingruben zu Birma, die allein gute Steine liefern, wird in absehbarer Zeit vernichtet werden.

Auch an der Herstellung künstlicher Diamanten ist wieder mehrfach gearbeitet worden. Da man aber nicht weiß, unter welchen Umständen der Diamant sich in der Natur bildet oder gebildet hat, so tappt man auch hier ziemlich im Dunkeln. Gardner F. Williams, seit 17 Jahren Leiter der Kimberleygrube, erhebt auf Grund seiner Erfahrungen einige Einwände gegen die bisher aufgestellte Theorie, daß der Diamant sich durch Kristallisation geschmolzener, feuriger Massen bilde. Die großen Diamanten sind nach seiner Ansicht allmählich gewachsen, wofür zum Beispiel der Umstand spreche, daß einmal in einem größeren zwei kleinere rote Diamanten eingeschlossen waren. Überhaupt enthalten die Diamanten ja vielfach Einschlüsse, zum Beispiel Graphit, Rutil, verschiedene Eisenarten u. s. w. (Österr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, Bd. 53, S. 242.)

Dagegen scheinen nun freilich die gelungenen Versuche zur Herstellung künstlicher Diamanten aus geschmolzenen Stoffen zu sprechen. R. v. Haßlinger hat solche gerade mit den Mineralien, die das diamantführende südafrikanische Gestein, den blue ground, zusammensetzen, ausgeführt. Einer Mischung von SiO_2, Al_2O_3, MgO, Fe_2O_3 u. s. w.*) im Verhältnisse jener Trümmergesteinsmasse (Breccie) wurde 1 bis 2 Prozent feingeschlämmter Graphit zugesetzt, und dann 300 Gramm dieser Mischung in einem hessischen Tiegel nach Goldschmidtschem Thermitverfahren geschmolzen. Der mikroskopisch untersuchte Rückstand der Schmelze enthielt wasserhelle Oktaeder von ungefähr $^5/_{100}$ Millimeter Durchmesser, die eine höhere Lichtbrechung als Spinell hatten, den Rubin ritzten und im Sauerstoffgebläse verbrannt werden konnten, also wohl Diamant waren.

Besserer Erfolge in der Herstellung künstlicher Diamanten kann sich der unermüdliche Henri Moissan rühmen, dem es neuerdings gelungen ist, Kriställchen von ¾ Millimeter Länge zu erhalten. Er nahm seine Versuche im Anschluß an die Untersuchung der diamantführenden Meteoriten von Cañon Diablo wieder auf.**) Er schmolz in einem Tiegel 150 Gramm schwedisches Eisen mit etwas Zuckerkohle, fügte 5 Gramm Schwefeleisen hinzu, wodurch ein Aufblähen des Metalls und reichliche Gasentwicklung bewirkt wurde, und kühlte dann den mit flüssigem Eisen gefüllten Tiegel rasch in kaltem Wasser ab. In der festen äußeren Rinde, die sich dabei bildete, entstanden, wie bei den früheren Versuchen Moissans, die kleinen Diamanten, und diese erreichten die oben angegebene „Größe", wenn dem mit Kohle gesättigten Eisen vor dem Abkühlen Eisensilicid oder geschmolzenes Silicium (Kiesel) im elektrischen Ofen zugesetzt war. „Wir können also — nach Moissan — den Diamanten als diejenige Kohlenstoffvarietät ansehen, die unter starkem Drucke verflüssigt gewesen ist, während bei gewöhnlichem Drucke alle Kohlenstoffproben, die der Wirkung sehr hoher Temperatur ausgesetzt werden, verdampfen, ohne durch den flüssigen Zustand hindurchzugehen, und alle dieselbe Varietät des Kohlenstoffs, den Graphit, liefern."

Ja, wenn's nur wahr wäre, ihr armen Schelme, ruft mitleidig die Natur aus und hält uns einen Diamanten von ¾ Kilogramm Gewicht unter die Nase. Den macht mal nach in euren Laboratorien! Aber denkt nicht etwa, daß dies nun das Meisterstück ist. Seht her: vier glatte Spaltungsflächen, an denen vier Stücke abgesprungen sind, und die waren ebenfalls nicht klein. Aber das schadet nicht, ihr wißt ja ohnehin nicht, was ihr mit so einem Diamantriesen anfangen sollt!

Und wahrhaftig, sie hat recht, die Alte. Was soll uns der Cullinandiamant, wie das im

*) Mémoire sur la reproduction artificielle du rubis par fusion, par A. Verneuil (Paris, Gauthier-Villars).

*) Kieselerde oder Quarz, Tonerde, Magnesiumoxyd oder Magnesia, Roteisenerz. Zeitschr. f. Kristallogr. u. Miner., Bd. 40, Heft 6.

**) Compt. rend., Bd. 140 (1905), S. 277. Nat. Rundsch., 20. Jahrg., Nr. 17.

Krater der Premier-Diamantgrube gefundene Ungetüm nach dem Vorsitzenden der Grubengesellschaft genannt ist? Ein Diamant von 3025 Karat Gewicht, das ist noch nicht dagewesen; fürwahr, wir leben in einer „großen" Zeit. Der größte bisher bekannte, vor zwölf Jahren in Jagersfontein gefundene wog nur 972 Karat, der vor einigen Jahren in den de Beersgruben gefundene Tiffanydiamant 969 und der berühmte indische „Kohinoor" angeblich 793 Karat. Der Wert des Cullinan wird auf 10 bis 20 Millionen Mark beziffert; wer wird ihn zahlen? Sicherlich niemand, und so wird das Schicksal dieses Riesen dem so mancher seiner Brüder gleichen: man wird ihn in Stücke zerschneiden, diese schleifen lassen und so verkaufen, ein Weg, den die Natur schon vorgezeichnet hatte, indem sie uns nur ein Bruchstück gab. Auch dieses, obwohl von hervorragender Schönheit, farblos mit bläulichem Schimmer und großem Glanze, ist nicht fehlerlos. Doch würden die jetzt am rohen Stein sichtbaren Einschlüsse und Spaltflächen beim Schleifen wohl wegfallen.

Einen Einblick in die Bildungsweise der Edelsteine gewährt uns der Topase führende Schneckenstein im sächsischen Vogtlande, dem kürzlich Fr. Klinkhardt eine Besprechung gewidmet hat.*) Der südöstlich von Falkenstein in tiefer Waldeinsamkeit gelegene Topasfelsen bildet den stehengebliebenen Rest eines Ganges von Reibungsbreccie, der durch die Verwitterung des ihn früher umgebenden Nachbargesteins freigelegt worden ist. Der Hauptbestandteil dieses Trümmergesteins sind faustgroße Bruchstücke von Turmalin-Quarzit-Schiefer, das heißt einem Schiefer, der sich aus dünnen, feinkörnigen Quarzitlagen und Lagen feinfaserigen, schwarzen Turmalins zusammensetzt. Das diese Bruchstücke zu einer festen Masse verkittende Zement besteht neben weißem Quarz in erster Linie aus Topas von weingelber Farbe, der stellenweise auch in die Schieferbruchstücke eingedrungen ist und dann den Turmalin ersetzt. Der Topasfels enthält auch Drüsenräume, die Topas- und in noch größerer Menge Quarzitkristalle beherbergen, die „Topasmutter" des Bergmanns.

Die Entstehung dieses eigenartigen Topasbrockenfelses ist eine Folge der Granitausbrüche, wie solche mehrfach auf dem Übergange vom Erzgebirge zum Vogtland stattgefunden haben. Durch den seitlichen Druck der Eruptivmasse wurden die auf dem Granit lagernden Turmalinschiefer zusammengeschoben und endlich gebrochen. Es bildete sich ein großer Sprung, eine Verwerfungsspalte, auf der sich beide Schollen verschoben. Durch Abreißen von Gesteinsstücken an den Rändern und Seiten des Spaltes füllte sich dieser mit Bruchstücken aus. Infolge des Eindringens von bor- und flußsäurehaltigen Dämpfen verfielen diese Stücke der Turmalinisierung und dann infolge weiterer Zufuhr von Flußsäure der Topasierung (Topas = $Al_2 (F, OH)_2 SiO_4$). Als später das Wasser die seitlich stehenden Schiefer weggewaschen hatte, blieb nur die Spaltenausfüllung als ruinenartiger hochragender Rest stehen; seine letzten Überbleibsel sind der heutige Schneckenstein, dessen Topase schon im Mittelalter von den das Vogtland wie das Fichtelgebirge und Böhmen durchstreifenden Venetianern ausgebeutet sein sollen. Kurfürst August II. von Sachsen kaufte den Felsen und überließ ihn 1737 einer Bergwerksgesellschaft zum Abbau. Die Ausbeute, von der das Grüne Gewölbe in Dresden



Der Cullinandiamant. Der größte je gefundene Diamant in natürlicher Größe.

noch einige recht große Topaskristalle birgt, war im ganzen nur gering, so daß der Abbau gegen Ende des XVIII. Jahrhunderts stockte, um so mehr, als die Topase dann den aus Ostindien, Brasilien und Sibirien eingeführten an Güte nachstanden. Heute besitzt die Bergakademie zu Freiberg den geologisch und mineralogisch merkwürdigen Schneckenstein.

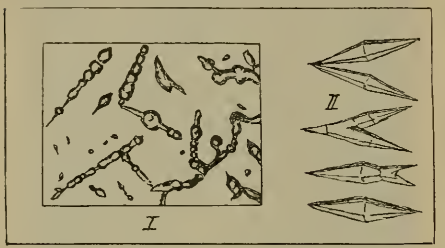
Untersuchungen über die Vorgänge bei der Bildung des Kristalls haben auch neuerdings einige merkwürdige Ergebnisse geliefert.

Ein eigentümlicher Vorgang ist das lange bekannte Aufleuchten, das sich einstellte, wenn man konzentrierte Lösungen von Kaliumsulfat während des Kristallisierens schüttelte. Man nahm bisher an, daß die Lichtentwicklung in dem Augenblick stattfinde, wo das gelöste Salz aus dem amorphen in den kristallinischen Zustand übergeht, daß ferner das Kaliumsulfat allein nicht leuchte, sondern zuvor durch Beigabe von Natriumsulfat in ein Doppelsalz verwandelt werden müsse; auch glaubte man, daß die Erscheinung eine flüchtige sei und zu ihrer Wiederholung der Erneuerung ihrer Bedingungen, des Zusammenschmelzens der beiden Salze, der Lösung und der kristallinischen Abscheidung bedürfe. Dagegen

*) Naturwiss. Wochenschr., Bd. IV (1905), Nr. 14

hat nun D. Gernez*) festgestellt, daß nicht das Kristallisieren des Kaliumsulfats die Ursache des Leuchtens ist, sondern daß es hiefür ebenso wie bei der arsenigen Säure nötig ist, daß die sich bildenden Kristalle von festen Körpern zerbrochen werden. Es liegt hier also ein Fall von Tribolumineszenz (Zerreibungsleuchten) vor. Ferner fand Gernez bei seinen Versuchen, daß man auch andere Salze beimischen kann, um zu demselben Ergebnis zu kommen. Die Lichtentwicklung zeigt sich nicht allein in gleicher Weise, sondern ist auch eine bleibende, noch nach Jahresfrist nachweisbare Eigenschaft der Kristalle. Kaliumsulfatkristalle der allerverschiedensten Herkunft erwiesen sich beim Zerbrechen lumineszierend, selbst wenn sie vorher nicht geschmolzen worden waren.

Eine merkwürdige Art von Kristallen sind die flüssigen Kristalle, über die Dr. R. Schenck in der zwölften Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie einen Vortrag hielt.**) Er weist darin die Eigenschaften, die gewissen Flüssigkeiten den Namen „kristallinischer Flüssigkeiten" verschafft haben, am Cholesterylbenzoat nach. Dasselbe schmilzt bei 145·5 Grad zu einem trüben Schmelzfluß, der sich bei 178·5 Grad klärt. Dieser zeigt unter dem Polarisationsmikroskop Doppelbrechung und zwischen gekreuzten Nicolschen Prismen bleibt das Gesichtsfeld aufgehellt, beides Eigenheiten kristallischer Körper. Über 178·5 Grad wird das Feld dunkel und die Masse verhält sich wie eine gewöhnliche Flüssigkeit. Bisher hat man neben 21 Flüssigkeiten aus den verschiedensten Gruppen der organischen Verbindungen auch eine unorganische Substanz, nämlich Jodsilber, gefunden, die ein gleiches Verhalten zeigt.



Fließende Kristalle (I von Paraazoxybenzoesäureester, II von ölsaurem Ammoniak, zusammenfließend.

Besonders geeignet für die Beobachtung ist der — bitte nicht zu stolpern! — Paraazoxybenzoësäureäthylester. Beim langsamen Abkühlen desselben beobachtet man unter dem Mikroskop eine Ausscheidung dünner Kristallnadeln, die optisch einachsig sind, Dichroismus***) und bestimmte Auslöschungsrichtungen besitzen. Ein Druck mit der Präpariernadel verunstaltet die Gebilde, die natürlich nur in einer Flüssigkeit schwimmend sich erhalten können. Sie haben wegen der Oberflächenspannung abgerundete Ecken und fließen aus demselben Grunde mit ihren parallelen Flächen zusammen, wenn sie sich berühren, nachdem sie sich parallel gestellt haben. An Luftblasen in der Flüssigkeit setzen sie sich als Pyramiden an, im Magnetfeld stellen sie sich in bestimmter Richtung ein. Der Übergangspunkt in den gewöhnlichen Flüssigkeitszustand verhält sich ganz wie ein Schmelzpunkt; durch fremde Beimischungen wird die Übergangstemperatur gewaltig zurückgedrängt, was auf eine kleine Schmelzwärme schließen läßt.

Die flüssigen Kristalle stehen durchaus nicht isoliert da, sondern der Übergang vom festen zum flüssigen Zustand führt durch eine Reihe von Zuständen verschiedener Zähigkeit, die bereits Andeutungen einer Kristallnatur besitzen, aber noch der Einwirkung der Oberflächenspannung unterliegen: von den weichen zu flüssigen Kristallen ist nur ein Schritt. Wir hätten also von jetzt ab aus der Definition des Begriffes „Kristall" die Eigenschaft „fester Körper" zu streichen.

Die Berechtigung, die fraglichen Gebilde als flüssige Kristalle zu bezeichnen, wird allerdings von anderer Seite noch bestritten, da die optischen Erscheinungen, auf die jene Bezeichnung sich gründet, auch bei inhomogenen Systemen, zum Beispiel bei Gasblasen in Flüssigkeiten, vorkämen. Auch ist noch die Frage offen, ob die flüssigen Kristalle homogene Stoffe oder Mischungen sind. Der von vielen Forschern angenommenen Theorie von O. Lehmann,*) welche erstere Meinung vertritt, steht gleichberechtigt die von G. Tammann vertretene, kürzlich von Rotarski und Zemčužnyi anscheinend bestätigte Emulsionstheorie gegenüber (s. Annalen der Physik 1905, Bd. 17, Heft 1). Einige Abbildungen flüssiger Kristalle, denen leider das Farbenkleid fehlt, werden dem Leser das Wesen dieser merkwürdigen Zwitterbildungen vielleicht besser verdeutlichen als lange Beschreibungen.

Bewegung und Trägheit.

Die Umwälzung der Begriffe, die gegenwärtig in der Physik im Gange ist und, wie vorstehend gezeigt, auch die Lehre von den Kristallen durch Infragestellen der festen Natur der Kristalle nicht unangetastet läßt, macht nicht einmal vor den Grundgesetzen und Grundbegriffen dieser Wissenschaft Halt, wie viel weniger vor den einzelnen Lehrsätzen und den Beweismitteln derselben.

So hat kürzlich Prof. W. Hofmann die beiden Grundbegriffe der Mechanik, Bewegung und Trägheit, sowie die daraus gezogenen Folgerungen betreffs der Achsendrehung der Erde und des Foucaultschen Pendelversuchs einer kritischen Beleuchtung unterzogen, deren Ergebnisse hier in aller Kürze wiedergegeben seien.**)

Wenn man von dem Begriffe „Bewegung" spricht, so unterscheidet man häufig zwischen „wirk-

*) Comptes rend. 1905, Bd. 150, S. 1234.

**) Chemiker-Zeitung 1905, Nr. 48, S. 651: Über die Natur der kristallinischen Flüssigkeiten und der flüssigen Kristalle.

***) Eigenschaft der doppelbrechenden Kristalle, im durchfallenden Lichte nach zwei Richtungen verschiedene, nicht aufeinander zurückführbare Farben bzw. verschiedene Intensität des durchgelassenen Lichtes zu zeigen.

*) Flüssige Kristalle, Leipzig 1904.

**) Broschüre, Wien und Leipzig 1904.

licher" und „scheinbarer" Bewegung. Die Bewegung der Sonne um die Erde soll eine scheinbare, die Drehung der Erde um ihre Achse in 24 Stunden eine wirkliche Bewegung sein. Hofmann sucht zu beweisen, daß diese Unterscheidung ganz ungerechtfertigt sei.

Verstehen wir unter „Bewegung eines materiellen Punktes" irgend eine Ortsveränderung desselben, so müssen wir erst feststellen, was denn der Begriff „Ort" selbst besagt. Sollen wir die Lage eines bestimmten Ortes angeben, so kann das nur durch Bezugnehmen auf andere sinnlich wahrnehmbare Punkte, Linien, Flächen oder Körper geschehen. Die Gesamtheit dieser „Ortselemente" ist das „Ortssystem"; mit seiner Hilfe definiert sich der Begriff „Ort eines Punktes" als die Relation (Entfernungen) dieses Punktes zu den Elementen seines Ortssystems. Es ist klar, daß der Bestimmung des Ortes eines Punktes stets die Wahl des Ortssystems vorangehen muß, was tatsächlich auch immer, vielfach freilich unbewußt, geschieht.

Zu jeder genauen Ortsbestimmung sind drei in gegenseitig unveränderlicher Beziehung befindliche, sinnlich wahrnehmbare Ortselemente erforderlich; jeder Beobachtung einer Bewegung muß die Vorstellung bestimmter Orte vorangehen, und diese Vorstellung muß wieder auf der Wahl irgend eines Ortssystems beruhen. Nicht selten nun begegnet man der Frage: Wird es nicht von der Wahl des Ortssystems abhängen, ob eine Bewegung als wirkliche oder scheinbare anzusehen ist? Wer sich in einem fahrenden Eisenbahnzuge befindet, kann in bezug auf ein innerhalb des Wagens gewähltes Ortssystem in Ruhe oder Bewegung sein: aber die Wahl dieses Ortssystems ist unstatthaft und der auf Grund desselben beobachtete Zustand der Ruhe oder Bewegung ist nur ein scheinbarer, weil ja das gewählte Ortssystem selbst wieder in bezug auf ein außerhalb des Zuges gewähltes Ortssystem im Zustande der Bewegung befindlich ist. Dann wäre aber für die Entscheidung, ob eine Bewegung wirklich oder scheinbar ist, der Umstand als maßgebend zu betrachten, ob das gewählte Ortssystem in bezug auf ein anderes Ortssystem selbst wieder in Ruhe oder Bewegung befindlich ist, und das würde schließlich, wie Prof. Hofmann des weiteren nachweist, dahin führen, daß man überhaupt keine wirklichen, sondern nur scheinbare Bewegungen annehmen könne. Deshalb muß diese Ansicht fallen gelassen werden.

Auch die Größe der Masse eines Ortssystems kann für die Wirklichkeit oder Scheinbarkeit einer in bezug auf dasselbe beobachteten Bewegung nicht maßgebend sein, wie sich an folgendem Beispiel erkennen läßt:

Denken wir uns im Raume nichts anderes als zwei vollständig gleiche Kugeln A und B, deren gegenseitige Entfernung sich stets vergrößert. Wählen wir nun das Ortssystem auf A, so muß B als in Bewegung befindlich erklärt werden, und umgekehrt, wenn das Ortssystem auf B gewählt wird. In beiden Fällen müssen die konstatierten Bewegungen entweder beide als wirkliche oder beide als scheinbare Bewegungen erklärt werden; für letztere Auffassung ist aber doch auch nicht der geringste Grund vorhanden. Lassen wir nun A zunächst um ein Molekül, dann um zwei, drei und mehr Moleküle an Größe wachsen, so gibt es auch dann keine Grenze, von der an man sagen könnte: von nun ab darf nur noch die Bewegung des B in bezug auf A als wirkliche Bewegung aufgefaßt werden, während die in bezug auf B konstatierte Bewegung des A nunmehr als scheinbare Bewegung zu erklären ist.

Stellen wir uns nun weiter im Weltraume drei Kugeln A, B und C vor, von denen A und B in unveränderlicher Beziehung zueinander stehen, während die Kugel C zu beiden veränderliche Beziehungen zeigt, so können wir nunmehr die beiden Kugeln A und B trotz ihrer räumlichen Trennung als ein starres Ganzes betrachten. Dadurch sind wir auf denselben Standpunkt wie früher gelangt. Auch jetzt liegen zwei ungleiche Massen, eine größere A + B und eine kleinere C, vor, und auch jetzt besteht kein zwingender Grund, das Ortssystem auf (A + B) zu wählen, auch jetzt noch muß die Bewegung von (A + B) in bezug auf C ebenso wie früher mit voller Berechtigung als wirkliche Bewegung angesehen werden.

Das bleibt auch so, wenn wir uns noch so viele Körper in gegenseitig starrer Verbindung und zu ihnen nur einen einzigen in veränderlicher Relation befindlich vorstellen, so daß Prof. Hofmann folgendes „Gesetz der Reziprozität*) zwischen beweglicher Masse und der Materie des Ortssystems" aufstellt: Ist an einer Masse A in bezug auf eine zweite Masse B eine relative Bewegung festgestellt, so kann mit voller Gleichberechtigung auch B in bezug auf A als wirklich bewegt erklärt werden. Eine absolute Bewegung, das heißt eine solche, die sich ganz ohne Rücksicht auf eine zweite Masse feststellen oder auch nur vorstellen ließe, gibt es überhaupt nicht.

Läßt man zum Beispiel in Gedanken sämtliche Körper aus dem Raume verschwinden mit Ausnahme eines einzigen, und stellt sich diesen zuerst in seiner ursprünglichen Lage, dann fortbewegt in einer gewissen Entfernung in der neuen Lage vor: so denkt man sich doch, um eine Anschauung von der Größe des von dem Körper zurückgelegten Weges zu erhalten, die ursprüngliche Masse gleichzeitig mit jener in ihrer neuen Stellung vor. Man fingiert also zu dem wirklich vorhandenen Körper einen zweiten, der jetzt die ursprüngliche Stellung des ersten einnimmt, und begibt sich dadurch doch wieder, wenn auch unbewußt, auf das Gebiet der relativen Bewegung; nur vergleicht man nicht die wirkliche Masse mit einer wirklichen, sondern mit einer fingierten (bloß vorgestellten).

Prof. Hofmann stellt seine Ansichten bezüglich der Bewegung in folgenden Sätzen dar:

1. Alle wahrnehmbaren Bewegungen sind relative Bewegungen, das heißt sie beziehen sich stets auf irgend ein materielles Ortssystem.

2. Alle diese Bewegungen gestatten die Umkehrung ihrer Auffassung, das heißt man kann die

*) Reziprozität = Wechselseitigkeit, Wechselbeziehung.

bewegte Masse und das Ortssystem insofern vertauschen, als man die erstere als Ortssystem und die Masse des letzteren als bewegte Masse auffaßt (Reziprozitätsgesetz).

3. Jede Konstatierung einer Bewegung muß, soll die betreffende Aussage nicht den Mangel der Unvollständigkeit tragen, mit voller Bestimmtheit das Ortssystem angeben, auf das sie sich bezieht. — Zum Beispiel die Aussage: „Die Erde dreht sich um ihre Achse" ist eine unvollständige; sie muß vollständig lauten: „Die Erde dreht sich in bezug auf ein außerirdisches Ortssystem um ihre Achse."

4. Keiner in dieser vollständigen Form ausgesprochenen Bewegung kann der Charakter der Wirklichkeit abgesprochen werden, wenn das Bewegliche in dem angeführten Ortssystem eine tatsächliche Ortsveränderung zeigt. — Zum Beispiel die Sonne befindet sich in bezug auf ein auf der Erde angenommenes Ortssystem wirklich in relativer Bewegung (Revolution) um die Erde, weil sie tatsächlich ihren Ort innerhalb eines solchen Ortssystems ändert.

5. Ein und dieselbe Masse kann, wenn sie auf verschiedene Ortssysteme bezogen wird, verschiedene Bewegungen zeigen, und trotzdem muß jeder dieser Bewegungen der Charakter der Wirklichkeit zugesprochen werden. Sehr anziehend und lehrreich, leider den zur Verfügung stehenden Raum überschreitend, sind die Ausführungen, die Prof. Hofmann zur Erläuterung dieser Sätze an Beispielen aus der Astronomie bringt.

Er geht alsdann zu dem Gesetze der Trägheit über, das gewöhnlich in folgender Fassung ausgesprochen wird: Jeder Körper zeigt das Bestreben, den Zustand der Ruhe oder der Bewegung unverändert beizubehalten; der bewegte Körper hat das Bestreben, seine Bewegung in „gerader Linie" fortzusetzen.

Diese Fassung steht zunächst in Widerspruch zu den Urteilen der Geometrie, aus denen sich leicht ersehen läßt, daß eine Bewegung, die in bezug auf irgend ein Ortssystem als geradlinig konstatiert ist, in bezug auf ein anderes Ortssystem als krummlinig erscheinen kann. An einem Beispiel wird gezeigt, daß eine Bewegung, die in bezug auf die Erde geradlinig erfolgt, in bezug auf alle anderen Ortssysteme dann mit zwingender Notwendigkeit krummlinig erscheinen muß, während umgekehrt ein Punkt, der sich in bezug auf ein außerirdisches System geradlinig bewegt, infolgedessen in bezug auf die Erde in krummliniger Bewegung erscheinen muß. Es müßte also, damit der bisherige Wortlaut des Trägheitsgesetzes ausreiche, unbedingt angegeben werden, in bezug auf welches Ortssystem der bewegte Körper infolge seiner Trägheit die geradlinige Bewegung zu erhalten trachte.

Die „geradlinige" Trägheit scheint freilich durch zahllose Beispiele bestätigt zu sein; dem ist aber keineswegs so. Die Bewegungen der außerirdischen Massen erfolgen alle in krummlinigen Bahnen, können also kein Beispiel für das Trägheitsgesetz abgeben; ja gerade weil sie diesem Gesetze nicht entsprechen, veranlaßten sie Newton, eine ablenkende Kraft anzunehmen. Die eine Theorie wird von der anderen und letztere wieder von der ersteren gestützt; dann ist aber weder die eine noch die andere erwiesen.

Die Beispiele für das Gesetz, die sich auf die Beobachtung irdischer Massen beziehen, sind noch unhaltbarer. Daß eine auf horizontaler Bahn rollende Kugel geradlinig läuft, ist kein zwingendes Beispiel, weil ihr Weg durch das Vorhandensein der materiellen Ebene ein zwangsläufiger ist und wir daher nicht wissen können, inwieweit bei freiem Wurfe die Trägheit zur Erzeugung der parabolischen Bahn mitwirkt. Die Übereinstimmung der theoretisch berechneten Bahn, die sich aus geradliniger Trägheit und Anziehung zusammensetzt, mit der wirklich beschriebenen Bahn kann aber nicht als Bestätigung des jetzigen Trägheitsgesetzes angesehen werden, weil ja das Attraktions- (Anziehungs-)Gesetz Newtons selbst nur aus der „Voraussetzung" geradliniger Trägheit hervorging.

Durch Betrachtung des Trägheitsgesetzes vom physikalischen Standpunkt aus kommt Prof. Hofmann zu folgenden Sätzen:

Jeder Körper ist, allen anderen im Raume befindlichen Körpern gegenüber, dem Gesetze der Erhaltung des gegenseitigen Bewegungs- (oder Ruhe-)Zustandes unterworfen; sein tatsächliches Verhalten ist dann die Resultierende aus all den einzelnen Einflüssen.

Jeder bewegte Körper hat infolge seiner Trägheit die Befähigung, Arbeit zu leisten; die Größe derselben nennen wir seine lebendige Kraft, die also eine Trägheitserscheinung ist. Nun sollte man meinen, daß die größere Masse, nachdem durch die Umkehrung des Ortssystems an der Geschwindigkeit nichts geändert wird, auch die größere lebendige Kraft erzeuge. Dem ist jedoch nicht so, sondern es gilt der Satz:

Befinden sich zwei Massensysteme M und m in gegenseitiger Bewegung, so ist die lebendige Kraft von M in bezug auf m gleich jener von m in bezug auf M; ein Gesetz, das als Reziprozität der Trägheit dem Reziprozitätsgesetze der Bewegung entspricht.

Auf Grund dieser Untersuchungen gelangt Prof. W. Hofmann zu der Annahme, daß der Foucaultsche Pendelversuch auf keinen Fall als Beweis für die Rotation der Erde und für die Scheinbarkeit der täglichen Sonnenbewegung angenommen werden darf. Einen Unterschied zwischen wirklicher und scheinbarer Bewegung gebe es eben nicht.

Rätsel des Lebens.

(Entwicklungslehre, Paläontologie.)

Urzeugung und Lebenssubstanz. * Fatale Verwandtschaft. * Der Ursprung der Säugetiere. * Sklaverei und Anbau im Ameisenreich.

Urzeugung und Lebenssubstanz.

Auf zweifache Weise glaubt man dem Rätsel des Lebens näherzukommen: entweder indem man, nach Art der mittelalterlichen Alchemisten, nur ein wenig planvoller und zielbewußter, versucht, den Keim des Lebens in der Retorte zu wecken, oder indem man die niedrigsten der schon vorhandenen Lebewesen auf ihre Bestandteile und Existenzbedingungen prüft. Der letztere Weg, anscheinend der aussichtsvollere, hat bisher freilich ebenso wenig ans Ziel geführt wie der erstere, der voller Fallstricke und Selbsttäuschungen ist und nur durch einen kaum zu erwartenden Zufall Gelingen bringen kann. Der vorsichtige Forscher wird diese Täuschungen, für die in nachfolgendem ein Beispiel erbracht wird, schnell durchschauen.

A. Wieler*) fand bei mikroskopischer Betrachtung des malachitgrünen basischen Kupferkarbonats, das bei Zimmertemperatur aus dem blauen Kupferkarbonat entsteht, falls Kupfervitriollösung mit Sodalösung gefällt wird, daß der Niederschlag aus sproßpilzartigen Gebilden besteht. Die Einzelgebilde, deren Durchmesser 0·002 bis 0·013 Millimeter betrug, zeigten den typischen Bau der Pflanzenzelle: eine Membran (Außenhaut), einen als Protoplasma zu deutenden Wandbeleg, einen mit dem grünen Karbonat als Sphärokristall erfüllten Innenraum. Die Entstehung dieser Zellindividuen zu erklären, war dem Untersucher nicht möglich. Wohl aber konnte er nachweisen, daß sie entgegen dem Augenschein keine pflanzlichen Gebilde waren. Starkes Erhitzen, selbst auf 200 Grad, der festen Substanzen ($CuSO_4$ und Na_2CO_3), in deren kochender Lösung die Gebilde auftreten, vernichtet sie nicht. Es handelt sich also nicht um Organismen, die sich etwa an die Lebensweise im Kupferkarbonat angepaßt haben könnten, sondern um anorganische Bildungen, deren Gestaltungs- und Wachstumsverhältnisse von ähnlichen Gesetzen beherrscht werden wie die der niederen Organismen. Sie lassen sich auch mit anderen Verbindungen herstellen. Eine befriedigende physikalisch-chemische Erklärung der Entstehung dieser Gebilde wäre wichtig auch für das Verständnis der niedersten Organismen.

Eine überaus wichtige Entdeckung glaubt John Butler Burke gemacht zu haben, eine Entdeckung, die uns der Enthüllung des Lebensrätsels beträchtlich näherbringen würde, wenn sie sich bestätigte.*) Die Wichtigkeit der Sache mag entschuldigen, daß auch auf die Grundlagen des Experiments ein wenig näher eingegangen wird.

Prof. Burke machte Versuche über die Bildung labiler (sehr leicht löslicher) Molekularverbindungen und kam dabei auf die Frage, ob solche Gruppierungen auch durch die Einwirkung von Radium auf gewisse organische Stoffe entstehen könnten. Die Einwirkung von Radiumbromid und Radiumchlorid auf Nährgelatine, wie sie gewöhnlich zur Bakterienreinkultur gebraucht wird, hatte nun ein sehr merkwürdiges Resultat.

Die gewöhnlich als Bouillon bezeichnete Nährgelatine wurde langsam erhitzt, sterilisiert, das heißt keimfrei gemacht, und dann abgekühlt. Dem Einflusse der Radiumsalze und einiger anderer radioaktiver Stoffe ausgesetzt, reagierte sie in sehr eigentümlicher Weise.

Bei einem Experiment wurde das Radiumsalz in eine kleine, hermetisch versiegelte Röhre gelegt, deren eines Ende in eine feine Spitze ausgezogen war, so daß es leicht abgebrochen werden konnte. Die Röhre wurde in ein Probierglas gesteckt, das die Gelatinelösung enthielt, und letzteres in der gewöhnlichen Weise mit einem Wattepfropf geschlossen. Dann wurde das ganze unter Druck bei einer Temperatur von 130° C ungefähr eine halbe Stunde lang sterilisiert. Kontrollgläser ohne Radium wurden gleichfalls sterilisiert.

Wenn die Gelatine etwas gestanden und sich verdickt hatte, wurde das feine Ende des Radiumröhrchens ohne Öffnung des Probiergläschens durch eine besondere Vorrichtung von außen her abgebrochen, so daß das Radiumsalz — in unserem Falle 2½ Milligramm Radiumbromid — auf die Oberfläche der Gelatine tropfen konnte.

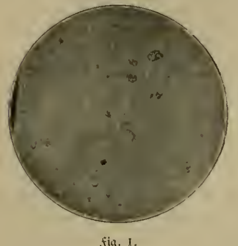
Nach ungefähr 24 Stunden bei diesem Experiment, bei anderen mit Radiumchlorid nach drei bis vier Tagen, zeigte sich auf der Oberfläche der Nährlösung ein eigentümliches, kulturenähnliches Wachstum, das sich allmählich nach unten verbreitete und in einigen Fällen nach 14 Tagen bis 1 Zentimeter unter der Oberfläche angelangt war. Wenn die Nährlösung vor dem Heranbringen des Radiums mehrmals sterilisiert war, so daß ihre Farbe, wahrscheinlich infolge Verwandlung des darin enthaltenen Zuckers, sich verändert hatte, so wurde das Wachstum sehr verzögert und beschränkte sich hauptsächlich auf die Oberfläche. Die Kontrollgläser ohne Radium zeigten nichts dergleichen.

*) Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. 22 (1904), S. 541.

*) On the spontaneous action of radio-active bodies on gelatin media, in Nature, vol. 72, Nr. 1856 (Mai 1905).

Nun wurden die Probiergläser geöffnet und mikroskopische Präparate unter zwölffacher Vergrößerung geprüft. Sie zeigten das Aussehen von Mikroben, konnten es aber nicht gut sein, da sie, auf frische Nährlösung übertragen, keine Subkulturen (zweite Generationen) ergaben. Das Wachstum einiger Subkulturen war nach Monatsfrist äußerst geringfügig und für Bakterienwachstum sicher zu klein. Daß Bakterien in der Bouillon oder am Radium haftend zurückgeblieben seien, kann Prof. Burke nicht annehmen.

Bei Erhitzung der Kultur und erneuerter Sterilisierung der Bouillon verschwanden die bakterienähnlichen Formen vollständig, jedoch nur zeitweise; denn nach einigen Tagen ließen sie sich unter dem Mikroskop wieder nachweisen. Wenn die Schnitte einige Stunden lang zerstreutem Tageslicht ausgesetzt wurden, verschwanden die Keime darauf gleichfalls, erschienen aber in der Dunkelheit nach einigen



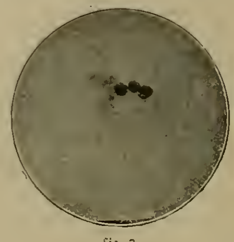



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.
Radioben.

Tagen aufs neue. In warmem Wasser lösen sie sich auf und können auch aus diesem Grunde nicht Bakterien sein. Prof. Sims Woodhead, der sie als Bakteriologe prüfte, versichert ebenfalls, daß sie keine Bakterien sind, und möchte sie für Kristalle halten; doch konnte Burke sie mit keinerlei kristallinischen Körpern identifizieren.

Eine fortgesetzte sorgsame Prüfung des Baues, des Benehmens und der Entwicklung der leider so winzig kleinen Flecken läßt bei Prof. Burke wenig Zweifel daran, daß es organische Körper, obwohl keine Bakterien, sind. Unglücklicherweise ist ihre Quantität so ungemein klein, daß die chemische Analyse ihrer Zusammensetzung äußerst schwierig ist. Eine genaue Beobachtung ihres Verhaltens zeigt ihre bemerkenswerteste Eigentümlichkeit, und diese besteht darin, daß sie sich teilen, wenn sie eine gewisse Größe erlangt haben.

Prof. Burke bezeichnet die entdeckten Körperchen, die einerseits keine Mikroben, anderseits keine Kristalle zu sein scheinen, mit dem neugebildeten Namen Radioben, der sowohl ihre Ähnlichkeit mit den Mikroben als auch ihre Entstehungsweise unter dem Einflusse des Radiums andeutet.

Von den vielen Urteilen englischer und anderer Naturforscher über diese Entdeckung scheint dasjenige des Physikprofessors Sir Oliver Lodge besonders bemerkenswert. Er sagt: Es scheint sich um einige verwickelte molekulare Aggregate zu handeln, die sich wahrscheinlich auf dem Wege zur organischen Entwicklung befinden. Wenn es je für möglich befunden wird, im Laboratorium lebendes Protoplasma herzustellen, so wird das durch die Bildung solcher Aggregate geschehen müssen, die so unbeständig sind, daß sie sich in einem dauernden Zustand des Flusses befinden und bei ihrer Bildung und Vermehrung sowie bei ihrem Zerfall einige wenige Funktionen der lebenden Materie zur Schau tragen. Ihre Empfänglichkeit für Reize und ihre Fähigkeit, Stoffe zu assimilieren, wäre zu ergründen, und es ist nicht zu vermuten, daß diese Funktionen bisher ohne einen schon vorher vorhandenen Lebenskeim entdeckt wurden. Alles, was bis jetzt gesagt werden kann, ist, daß die Forschung in geeigneter Richtung vorgegangen zu sein scheint, daß aber ein sensationelles Ergebnis für die nächste Zeit noch nicht zu erwarten ist. Man wird jedoch nicht überrascht sein dürfen, wenn im Laufe der Jahre im Laboratorium etwas geschehen wird, das wohl als eine Urzeugung des Lebens betrachtet werden kann, obschon man sagen muß, daß die vielen bisherigen Versuche in dieser Richtung fehlgeschlagen sind.

Über gewisse Eigentümlichkeiten der lebenden Substanz haben sich kürzlich F. J. Allan und A. Irving ausgesprochen.*) Es gibt bekanntlich unter den zahllosen chemischen Verbindungen viele, deren Bestandteile sehr fest zueinanderhalten und nur unter Anwendung der stärksten Mittel (gewaltige Hitzegrade, hoher Atmosphärendruck) zu trennen sind, während andere sich auf den geringsten Anstoß hin in ihre Elemente auflösen. Erstere kann man im Anschluß an einen bekannten Terminus der Physik stabile, letztere labile Verbindungen nennen.

Die lebende Substanz befindet sich nun in einem höchst labilen Zustande, in fortwährendem Aufbau und Abbau, was sich nach F. J. Allan durch die große Zahl der Atome in ihren Molekülen oder als eine Eigentümlichkeit der „Kohlenstoffverbindungen" — aus solchen besteht ja die lebende Substanz — nur teilweise erklären läßt. Die Zersetzung einer chemischen Verbindung unter steigender Temperatur, verändertem Druck u. s. w. hängt nicht allein von der Größe und dem verwickelten Bau der Moleküle ab, sondern auch von dem Streben der Atome, sich neu einzuordnen und stabilere Verbindungen zu bilden. Die Paraffine zum Beispiel mit ihren großen Molekülen sind ziemlich stabil, da die Produkte

*) Nature, Bd. 72 (1905), Nr. 1853 und 1859.

ihrer Zersetzung noch Kohlenwasserstoffe sind. Fettsäuren mit gleich großen Molekülen sind schon weniger stabil, es zeigt sich bei ihnen eine Tendenz, unter Hinterlassung eines Kohlenwasserstoffrestes zu zerfallen. Diese Tendenz wächst mit der Zunahme des Sauerstoffs in Verbindungen; so ist zum Beispiel das kleine Molekül einer Glukose (Traubenzuckerart) weniger stabil als das sauerstoffärmere einer Fettsäure. Die Gegenwart von Stickstoff ist gleichfalls oft eine Ursache der Instabilität, besonders wenn er ein Bindemittel zwischen Elementen entgegengesetzter Polarität bildet; und am ausgeprägtesten erscheint die Instabilität, wenn der Stickstoff einerseits mit Sauerstoff, andererseits mit Kohlenstoff und Wasserstoff verknüpft ist wie bei den Explosivstoffen, z. B. dem Nitroglyzerin (= $C_3H_5(NO_3)_3$).

Die Labilität der lebenden Substanzen beruht wahrscheinlich auf all diesen eben erwähnten Quellen der Instabilität, nicht zum kleinsten Teile vielleicht darauf, daß ihr Angelpunkt der Stickstoff ist, dieses vor allen anderen durch die Labilität seiner Verbindungen ausgezeichnete Element. Möglicherweise besteht das aktive Molekül der lebenden Substanz aus einem gewaltigen Komplex von Eiweiß-, Kohlenwasser- und ähnlichen Stoffen, die durch Stickstoffatome verknüpft sind, wobei der Sauerstoff mehr oder minder mit dem Stickstoff verbunden ist. Beim Tode des Moleküls werden seine Bestandteile aufgelöst und der Sauerstoffvorrat geht vom Stickstoff zu anderen und stabileren Verbindungsformen über.

A. Irving erhebt einige Einwände gegen die Rolle, die Dr. Allan dem Stickstoffatom zuschreibt. Obwohl es ganz richtig sei, zu sagen: Ohne Stickstoff kein Leben (wie: Ohne Phosphor kein Gedanke), scheine hier doch die Jonisation, das heißt die Verbindung von Atomen oder Atomgruppen mit elektrisch geladenen Teilchen, den Jonen, eine große Rolle zu spielen. Da das Eingehen auf seine Ausführung, die er die „Romanze des Stickstoffatoms" nennt, uns zu weit in die chemische Formelsprache führen würde, so sei auf die Arbeit selbst verwiesen und zum Schluß dieses Abschnittes noch eine Arbeit von Dr. Emil König, „Die Zelle",*) erwähnt.

Der Verfasser sucht in dieser kurzer Abhandlung nachzuweisen, daß die Auffassung des Individuums als einer Zelle zweiten Grades, ja des Staatswesens als einer Zelle dritten Grades mehr als ein bloßer geistreicher Vergleich sei, daß diese Auffassung uns Wesentliches über die Organisation des Individuums und Staates sagen könne. Die Grundeigenschaften der einfachen, als Kugelform gedachten Zelle ersten Grades sind die Reflextätigkeit, die auf Reize durch Ausdehnung und Zusammenziehung antwortet, die Fortpflanzung, die als Teilung vom Mittelpunkt her erfolgt, und der Stoffwechsel: diese Tätigkeiten sind bei der Zelle ersten Grades, der Stoffwechselzelle, an den Kern geknüpft.

*) Sonderabdruck aus der deutschen Ärzte-Zeitung 1905, Heft 18.



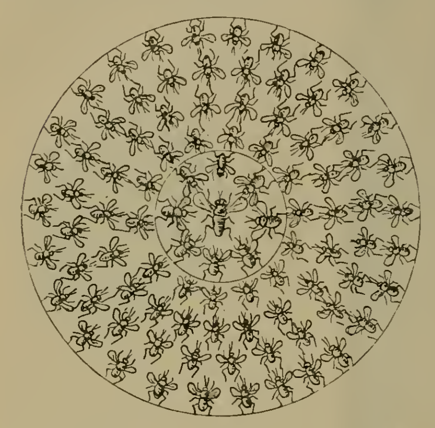
Embryo des Menschen in zwei verschiedenen Entwicklungsstufen.

Aus Zellen ersten Grades baut sich der Pflanzen- und Tierleib, die Zelle zweiten Grades oder Individuenzelle, auf. Wir finden, wie Dr. König dies ausführlich darstellt, die Tätigkeiten des ganzen Tieres, die Reflextätigkeit, die rhythmischen Bewegungen des Ganzen, den Stoffwechsel und die Fortpflanzungstätigkeit ebenso wie bei der „Zelle" auch bei unserem Tiertyp auf den Kern, gleichzeitig aber wieder innerhalb des Kernes auf spezielle Partien lokalisiert, so daß dadurch eine Zerlegung des Kernes in drei besondere Zentralorgane erfolgt ist. Daß das Fortpflanzungsorgan der Tiere früher mit der Reflex- und auch mit der Zirkulationszentrale mehr oder weniger direkt in Verbindung gestanden hat, geht auch daraus hervor, daß sich beim Embryo die Keimdrüse noch in der Nähe der Wirbelsäule befindet. Eine weitere Modifikation oder Abänderung besteht darin, daß die Stoffwechseltätigkeit und damit auch die rhythmischen Bewegungen gespalten und auf zwei getrennte Organe, auf Lunge und Herz, übertragen sind, während bei der kleinen Zelle ersten Grades eine solche „Organisierung" des Stoffwechsels nicht besteht.

Die Auffassung des Tiertyps als Zelle verhilft uns zur Erklärung einer Erscheinung, die uns bei der Entwicklung des Tierkeims, des Embryos, auffällt. Bekanntlich wachsen beim Embryo in der ersten Zeit Gehirn und Rückenmark viel schneller als die übrige Körpermasse und ihre Organe. Durch dieses anfänglich stärkere Wachstum erhält der Embryo seine charakteristische Haltung, indem er nach der Bauchseite zu stark gekrümmt ist. Wir wissen nun, daß Rückenmark und Gehirn hauptsächlich den Kern der tierischen Zelle repräsentieren und als solche ein intensiveres Ausdehnungsbestreben besitzen als die übrige Masse, speziell die Rindenmasse; haben sie aber ein intensiveres Ausdehnungsbestreben, so haben sie auch ein intensiveres Wachstum. Beginnt darum die Keimzelle beziehungsweise der Embryo zu wachsen, so zeigen Rückenmark und Gehirn, der „Kern", von Anfang an ein schnelleres Wachstum, das allerdings nicht im ursprünglichen Maße anhält; denn bald beginnen verdichtete Massen den „Kern", Gehirn und Rückenmark, röhrenförmig zu umschließen und sein Wachstum einzudämmen, so daß er schließlich sogar langsamer wächst als die übrige Masse.

Die Vereinigung von Individuenzellen führt zu dem Zellgebilde dritten Grades, dem

Staate. Je fester die Fügung des Staates, desto ausgesprochener ist der Zellentyp. Das festeste Staatengefüge, das wir kennen, ist der Bienenstaat. Schon äußerlich charakterisiert er sich als Zelle durch die Kugelgestalt, die sich am deutlichsten beim schwärmenden Volke zeigt. Wir finden diesen Staat differenziert in Kern und Rinde; den Kern bildet die Königin (einschließlich der Drohnen), die Rinde das Volk, die Arbeitsbienen. In seiner Königin wächst der Staat und pflanzt er sich fort, in bezug auf sie geschehen die Bewegungen des Volkes, sie ist die Zentrale des ganzen. Auch im Ruhezustand des Staates, beim „Schwarm", finden wir in der „Rinde" das Prinzip der Zusammenziehung angedeutet, indem alsdann sämtliche Arbeitsbienen mit dem Kopfe



Schema einer Zelle 3. Grades („Staatenzelle").

nach der Königin, das ist dem Mittelpunkte, gerichtet sind. Es kommt auf diese Weise sogar eine Art Struktur in die Rinde, und das Prinzip der Zusammenziehung, das Streben nach dem Mittelpunkt, gelangt deutlich zum Ausdruck. — Daß sich Zellen dritten Grades auch noch zu solchen vierten Grades, den „Föderativ- oder Bundesstaaten", zusammenschließen können, sei zum Schlusse nur erwähnt.

Fatale Verwandtschaft.

Nichts hat den Darwinismus und die so häufig mit ihm identifizierte Entwicklungstheorie so sehr in Mißkredit gebracht wie die ganz irrige Ansicht, diese beiden Lehren leiteten den Ursprung des Menschen von den heutigen Affen, im besonderen von den Menschenaffen her. Noch Ernst Häckel hat jüngst wieder gegen diese Unterschiebung öffentlich protestiert.*) Allerdings ist der Mensch mit den übrigen Säugetieren aus einer einzigen gemeinsamen Wurzel abzuleiten, das beweist die große Anzahl auffallender Merkmale, die er mit allen Mammalien gemeinsam hat, und die sämtliche Säuger, ihn eingeschlossen, von allen übrigen Wirbeltieren trennen. Höchstwahrscheinlich stammt er sogar, wenn auch manche Forscher das heute noch verneinen, von einem längst ausgestorbenen Menschenaffen, aus dem er sich im Laufe mehrerer geologischer Perioden herausgebildet hat. Die heutigen Menschenaffen sind jedoch höchstens weitläufige Vettern. Wie aber war eine solche Umwandlung möglich? Das führt uns auf die Frage nach der Beständigkeit oder Wandelbarkeit der Arten, um die es sich bei den großen Streitfragen des Darwinismus sowohl wie der Abstammungslehre hauptsächlich handelt.

*) Der Kampf um den Entwicklungsgedanken. Drei Vorträge. Berlin 1905.

Ist die Art etwas unwandelbar Festes, von Natur Gegebenes? Ist sie ohne feste Begrenzung durch Zwischenformen mit verwandten Spezies verbunden? Kann aus einer Art eine andere hervorgehen? — Das sind Probleme, die man bisher fast gänzlich durch Betrachtung der Gestalt der Artmitglieder, auf morphologischem Wege, zu lösen gesucht hat. Da man auf diese Weise jedoch zu einander geradezu widersprechenden Antworten gekommen ist, so erscheint es doch geboten, die Lösung auch auf anderer Grundlage zu versuchen. Dr. E. Abderhalden betrachtet den Artenbegriff und die Artenbeständigkeit auf biologisch-chemischer Grundlage und stellt fest, daß nach den bisherigen Forschungen nach dieser Methode jede Art, ja vielleicht sogar jedes einzelne Individuum eine biologisch-chemisch scharf abgegrenzte Einheit bildet. Im folgenden zunächst einige der wichtigsten Tatsachen, welche zur chemisch-biologischen Abgrenzung des Begriffes „Art" geführt haben.*)

Die Milchdrüsen, das Charaktermerkmal der Säugetiere, liefern eine nach physiologischer Bedeutung und Funktion einheitliche Absonderung, die Milch, welche durchgehends eine ähnliche, der Beschaffenheit nach sogar sehr übereinstimmende Zusammensetzung hat. Quantitativ dagegen nach dem Gehalt an einzelnen Bestandteilen, hat jede Art ihre spezifisch zusammengesetzte Milch, entsprechend der Raschheit des Wachstums der Säuglinge. Je reicher der Gehalt der Milch an Eiweißstoffen und Salzen ist, desto schneller wächst der Säugling. Auch gewisse einzelne Bestandteile scheinen artlich verschieden zu sein: so sind zum Beispiel die Kaseine (Käsestoffe) der verschiedenen Milcharten ziemlich sicher nicht wesensgleich, wenigstens zeigen sie ein ganz verschiedenes Verhalten gegenüber gewissen Prüfungsmitteln (Reagentien).

Das Blut der verschiedenartigsten Vertreter des Tierreichs zeigt überall dieselbe Funktion; überall hat es dieselbe Bedeutung für den Lebensprozeß und der Gestalt nach die weitgehendste Ähnlichkeit; überall Blutkörperchen und Plasma. Welche auffallende Übereinstimmung herrscht zwischen Menschen- und Hammelblut, und doch zeigen die traurigen Erfahrungen bei Versuchen, ersteres durch das letztere zu ersetzen, daß tiefgreifende Unterschiede zwischen beiden vorhanden sein müssen. Das Hämoglobin, der charakteristische Bestandteil der Säugetier-Blutkörperchen, ist seiner Funktion nach durchaus einheitlich und doch, wie rein

*) Naturwiss. Rundschau, 19. Jahrg. (1904), Nr. 44.

äußerlich schon die Kristallform und die Löslichkeitsverhältnisse zeigen, für jede Art spezifisch. Das Hämoglobin des Eichhörnchens zum Beispiel gibt hexagonale, das der Maus rhombische Kristalle. Jeder Art scheint eine bestimmte Zusammensetzung des Blutes nach der Menge der Einzelbestandteile zuzukommen, verwandte Arten weisen ein ähnliches Verhältnis der verschiedenen Blutbestandteile auf, während zwischen verschiedenen Ordnungen große Unterschiede bestehen.

Das Serum ist bei allen Säugetieren quantitativ (das heißt nach der Menge der Bestandteile) auffallend ähnlich zusammengesetzt; ja sogar für die verschiedenartigsten Tierklassen scheint es chemisch einheitlich zu sein. Aber auch das ist eine Täuschung. Denn die chemische Untersuchung auf die Menge der Bestandteile, die quantitative chemische Analyse, gibt nur eine ganz rohe Übersicht über die Gewichtsverhältnisse bestimmter Elemente und Verbindungen, sagt aber nichts über die Konstitution der einzelnen Bestandteile und die Art ihrer Bindung. Dagegen hat die sogenannte biologische Reaktion (s. Jahrb. I, S. 302) uns gezeigt, daß trotz dieser scheinbaren Einheitlichkeit für jede Tierart ein ganz spezifisches Serum existiert. Diese biologische Reaktion beruht auf der Bildung ganz spezifischer Stoffe im Blute eines Tieres, dem man „artfremde" Produkte eingespritzt hat. Spritzt man zum Beispiel einem Kaninchen Pferdeblut ein, so zeigt das Kaninchenserum (Blutwasser) nach etwa zehn Tagen dem Pferdeblut gegenüber ganz neue Eigenschaften. Es löst dessen Blutkörperchen auf und gibt auch, mit dem Serum des Pferdeblutes gemischt, einen Niederschlag oder eine Fällung (Präzipitation). Auf Ochsen-, Hammel-, Ziegenblut dagegen wirkt das so entstandene Kaninchenserum nicht im mindesten. Spritzt man ferner einem Kaninchen Blutserum einer fremden Tierart ein, so tritt bei Hinzufügung von Blut der fremden Art eine Fällung in dem Kaninchenserum ein, also das Gegenstück der vorigen Reaktion. Die biologische Rückwirkung erstreckt sich nicht nur auf die eine „Art", mit der die Blutmischung stattgefunden hat, sondern auch auf verwandte Tiere, und gibt damit dem Artenforscher ein Kontrollmittel an die Hand, die Zusammengehörigkeit der nach äußeren Merkmalen vereinigten Tiergruppen durch ein inneres Merkmal zu bestätigen. So gibt zum Beispiel das Serum eines Kaninchens, dem Hundeblutserum eingespritzt war, eine Fällung mit dem Blute acht verschiedener Kaniden (Wolf, Fuchs, Schakal u. s. w.), nicht aber mit dem Blute irgend einer anderen Tierart. Doch dürfen nicht zu stark wirkende Sera benützt werden. Blutserum von Kaninchen, denen Straußenblut einverleibt war, gab nach den ersten Einspritzungen Fällung mit dem Blute des afrikanischen Straußes, des Helmkasuars und des Apteryx, des neuseeländischen Kiwi, also den nächsten Blutsverwandten des Straußes. Bei weiteren Injektionen trat im Kaninchenserum Fällung ein bei Zusatz von Blut der Knäckente, der Trauerente, des Ibis, des Gänsesägers sowie eines Bastards von Sporengans und Moschusente, ferner des Pelikans, des Haubentauchers, des Fregattvogels, der Trappe und der Taube. Mit dem Blute von Amsel, Zeisig, Papagei, Bussard, Wespenweih, Schleiereule, Drosselhäher und Riesenschildkröte blieb dagegen die Reaktion völlig aus, bei ihnen ist also keine Spur einer Blutsverwandtschaft zum Strauße vorhanden.

Die Bildung arteigener (spezifischer) Produkte ist aber nicht nur dem Blute und dem Serum eigen, sie kommt ganz allgemein allen möglichen Zellen, Körperflüssigkeiten und Sekreten zu. Jede einzelne Tierart enthält in ihren Zellen, flüssigen Bestandteilen u. s. w. ganz bestimmte, artcharakterisierende Atomkomplexe. Mit dieser Feststellung gewinnt das Problem der Vererbung neue Ausblicke, und es ergeben sich neue Fragestellungen zu neuen Experimenten. Während es bisher nicht gelang, künstlich hervorgerufene Gestaltveränderungen zur Vererbung zu bringen, erscheint jetzt die Möglichkeit gegeben, durch Beeinflussung der chemischen Zusammensetzung vererbbare Variationen zu erzeugen. Ein solcher Versuch an Oscillaria sancta (einer Blaualgenart) ist schon geglückt. Die Vererbung sogenannter Dispositionen wird hieher gehören; denn sie bedeutet vielleicht nichts anderes als eine Vererbung von Zellen, die in ihrer chemischen Beschaffenheit in bestimmter Richtung abgeartet, aus der Art geschlagen sind.

„Die vergleichend biologisch-chemische Forschung", schließt Dr. Abderhalden, „wird auch berufen sein, in Fragen der stammesgeschichtlichen Verwandtschaft die führende Rolle zu spielen. Ihr verdanken wir auch die erste exakte Bestätigung des biogenetischen Grundgesetzes.*) Es ist eine auffallende Erscheinung, daß die landbewohnenden Wirbeltiere der kochsalzarmen Umgebung gegenüber einen auffallend hohen Kochsalzgehalt besitzen, während zum Beispiel die typischen Festlandbewohner, die Insekten, nicht mehr Kochsalz enthalten als die Pflanze, die sie ernährt. Diese auffallende Tatsache findet, wie G. v. Bunge betont, am ungezwungensten eine Erklärung in der Annahme, daß die Wirbeltiere des Festlandes aus dem Meere stammen. Diese Voraussetzung erhält durch den Befund, daß die Wirbeltiere um so mehr Kochsalz enthalten, je jünger sie sind, eine feste Stütze. Das natronreichste Gewebe ist überdies dasjenige, das den histologischen (Gewebe-) Bau der niederen Wirbeltiere vollständig bewahrt hat, nämlich der Knorpel. Mit der Verdrängung desselben durch Knochengewebe sinkt der Kochsalzgehalt."

Die Morphologie wird fernerhin nicht mehr allein das Anrecht behalten, den Umfang einer Art, Familie und Klasse zu bestimmen. Die vergleichend-biologische Forschung wird in Zukunft die Führung übernehmen. Möge sie bald zu einer ihrer hohen Bedeutung entsprechenden Stellung als selbständige Disziplin gelangen! Der biologische Nachweis der Blutsverwandtschaft mittels der Blutserumreaktion ist neuerdings auch noch von Dr. Hans Friedenthal in einer ausführlichen Darstellung**) behan-

*) In der Entwicklung eines Individuums wiederholt sich in abgekürzter Form die Geschichte des ganzen Tierstammes, dem es angehört.

**) Archiv für Anatomie und Physiologie (Waldeyer und Engelmann), Jahrg. 1905, Physiol. Abteil. Heft 1 und 2.

delt, die jedoch das oben Gesagte nur bestätigt, weshalb hier nur einiges kurz daraus angeführt sei.

Es scheint mittels der Bordetschen Serumreaktion nicht nur der Nachweis, daß überhaupt Blutverwandtschaft vorhanden, sondern auch der, wie nahe oder entfernt diese Verwandtschaft sei, zu führen möglich. Der Engländer Nutall,*) der mit 900 verschiedenen Blutsorten nicht weniger als 16.000 vergleichende Versuche mit der Bordetschen Methode anstellte, begnügte sich nicht damit, vorkommendenfalls den Eintritt der Wirkung festzustellen, sondern maß in Haarröhrchen (Kapillargefäßen) mit Gradeinteilung die Menge der entstehenden Niederschläge und zog so aus der größeren oder geringeren Menge des Niederschlages Schlüsse auf den Grad der Verwandtschaft verschiedener Tierarten. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen Friedenthals fand Nuttall eine fast völlige Übereinstimmung des Serums von Mensch und Menschenaffe, während zwischen dem Menschen und niederen Affen der östlichen Halbkugel bedeutend geringere Übereinstimmung herrscht. Neu und wichtig war der Befund Nuttalls, daß amerikanische Affen nur recht geringe, die Halbaffen Madagaskars (Lemuren) gar keine Verwandtschaft mit dem Menschen erkennen lassen. Diese und ähnliche Versuche haben Dr. Friedenthal zur Aufstellung des Satzes geführt: „Gleiche Familie, identisches Blut."

Anscheinend führt von diesen Versuchen, die Verwandtschaft der jetzt lebenden Wirbeltiere festzustellen, sogar ein Weg in die Vorzeit. Unsere Forscher haben nicht gezaudert, ihn einzuschlagen, und versucht, die Verwandtschaft des Mammuts mittels der biologischen Reaktion festzustellen. Friedenthal benutzte dazu das in Pankreassaft aufgelöste Muskelfleisch des im Jahre 1902 im sibirischen Eise entdeckten Mammuts, das möglicherweise vor 100.000 Jahren starb, vielleicht aber auch noch vor 10.000 Jahren lebte. Die Versuche mit Kaninchen, die mit der Verdauungslösung des Mammutfleisches behandelt waren, ergaben deutlichen Niederschlag beim indischen Elefanten, schwächeren bei Tapir, Faultier, Seehund, Luchs, Mensch und einer Reihe anderer Säugetiere. Doch wird sich nach Dr. Friedenthals Ansicht die Methode zur Feststellung oder Erkennung paläontologischen, anderweitig nicht bestimmbaren Materials kaum verwenden lassen. Denn hätte er die Herkunft des Mammutfleisches und ebenso die des zu ähnlichen Versuchen benützten Mumienmaterials nicht gekannt, so wäre ihm trotz aller Versuche das Erkennen der Säugetierordnung, der das Material angehörte, unmöglich gewesen: so schwach und unentschieden war, offenbar infolge des hohen Alters der Fleischteile, die Reaktion.



Lemur catta.

Der Ursprung der Säugetiere.

Wenn auch durch die Zeugnisse der Paläontologie, der Embryologie und verwandter Wissenschaftszweige die Abstammungsverhältnisse der einzelnen Tiergruppen in allgemeinen Umrissen klar liegen, so bleibt im einzelnen doch noch viel zu tun übrig. So ist zum Beispiel durchaus nicht unwi-

*) Blood Immunity and Blood Relationship, Cambridge 1904.

dersprechlich festgestellt, von welcher niedrigeren Wirbeltierklasse die Säugetiere abzuleiten sind. Ernst Häckel, der seit vielen Jahrzehnten unermüdlich an der Stammesgeschichte der Wirbeltiere gearbeitet hat, leitet die Vertebraten sämtlich von einem einzigen Stamme ab, dessen Wurzel in ausgestorbenen, präsilurischen Schädellosen (Acrania) zu suchen sei, Tieren, die dem heute noch lebenden wurmähnlichen Amphioxus ähnlich waren. Von ihnen ging der Weg über die Rundmäuler (Cyclostoma) zu den Fischen, über die Urlurchfische zu den Urlurchen. Aus letzteren sind einerseits die Reptilien hervorgegangen, anderseits die Säugetiere, zunächst die nicht mehr existierenden (hypothetischen) Ursäuger, dann die Urbeutler, von denen sich die heutigen Beuteltiere Australiens und Amerikas, sodann einerseits die Herrentiere oder Primaten, das heißt die Affen mit Einschluß des Menschen, anderseits die eigentlichen übrigen Säugetiere herleiten lassen.*)

Dieser Ursprung der Mammalier von den Amphibien oder Lurchen ist von manchen Forschern bestätigt, von anderen angegriffen worden. Gewißheit versucht man sich durch genaue Untersuchung der niedrigsten Säugetiere, der Monotremen oder Kloakentiere, zu verschaffen, von denen in den letzten Jahren verschiedene zoologische Gärten ein Exemplar aufzuweisen hatten. Die ganze Ordnung, deren nächste Verwandten die Beuteltiere sind, kommt nur in Australien, auf Tasmania und Neuguinea vor und umfaßt zwei Familien, Schnabeltier und Ameisenigel. Mehrfach sind Gelehrte eigens zu dem Zwecke nach Australien gereist, um an Ort und Stelle die Entwicklung dieser merkwürdigen eierlegenden Säugetiere zu studieren, und wir sind infolgedessen sowohl über ihre körperliche Eigenart wie über ihre vorwiegend nächtliche Lebensweise verhältnismäßig gut unterrichtet.

Eins der hervorragendsten Charaktertiere Australiens nennt W. Haacke den Ameisenigel, und zwar wegen einer Reihe von Eigenschaften, die auch anderswo nützlich wären und sich, auf verschiedene Tierwesen verteilt, auch in anderen Gegenden vorfinden, aber nirgends sonst in solcher Vereinigung getroffen werden und in kein anderes Gebiet so gut hineinpassen. Gleich unserem Igel ein harmloses Geschöpf, rollt er sich bei unliebsamer Begegnung ebenfalls zu einer stacheligen Kugel zusammen, wozu ihn außer den sehr derben, dicken und langen Stacheln die mächtige Hautmuskulatur aufs beste befähigt. Die stark bekrallten derben Grabbeine benützt er nicht als Waffe, sondern als Mittel, sich vor drohenden Feinden fast im Handumdrehen in die Erde zu versenken, vor allem aber zum Aufwühlen der Erde nach Würmern und Insektenlarven und zum Durchstöbern der Ameisen- und Termitenhaufen. Gleich den Spechten, den südamerikanischen Ameisenfressern und Gürteltieren, den Erdferkeln und Schuppentieren hat der Ameisenigel eine lange, dünne, klebrige, zum Hervorstrecken eingerichtete Zunge, an der die kleinen Beutetiere haften bleiben, um mit ihr in den eigentümlichen Mund des Tieres zu wandern. Die schmalen Kiefern des Ameisenigels sind nämlich lang ausgezogen, unbeweglich und durch eine hornartige Bekleidung zu einer Röhre miteinander verbunden, die vorn eine kleine, nur für die wurmförmige Zunge ausreichende Öffnung trägt; diese ist durch eine an der Spitze des Unterkiefers befestigte Hornklappe verschließbar. Zähne, die ihm bei der Unbeweglichkeit seiner Kiefern nichts nützen würden, hat das Tier natürlich nicht. Tagsüber verbringt es die Zeit schlafend in einem selbstgegrabenen Lager, mit dem Eintritt des Abends beginnt es seine nächtlichen Streifzüge. In der heißen Zeit tritt ein Sommerschlaf ein.



Ameisenigel.

Anfang August darf man nach Ameisenigeleiern suchen, von denen jedes Weibchen nur eins während einer Brutperiode legt. Dieses ist, verglichen mit den winzig kleinen Eiern der übrigen Säugetiere, riesig groß und gleicht nicht nur in dieser Hinsicht, sondern auch durch die schon im Eierstock gebildete pergamentartige Schale denen vieler Kriechtiere. Kurz vor der Ablage des Eies bildet sich am Bauche des Muttertieres durch beutelartige Einsenkung der Haut eine vorher nicht vorhandene Tasche. Dahinein bringt die Mutter das Ei, dessen lebender Inhalt durch von der Alten abgesonderte und von der Eischale aufgesogene Milch ernährt wird. Die im Brutbeutel herrschende Wärme reift das Ei in kurzer Zeit, und es entschlüpft ihm ein kleines, hilfloses Junges, dessen einzige Be-

*) S. Der Kampf um den Entwicklungsgedanken, Tafel I.

schäftigung für längere Zeit in dem Auflecken der Milch besteht, die aus den Nährdrüsen seiner Mutter heraussickert. Diese Milchdrüsen enden nicht, wie bei den höheren Säugetieren, in Brustwarzen, sondern lassen die Milch durch die siebartig durchlöcherte Haut herausfließen. Milch leckend und schlafend, wächst der junge Ameisenigel zu einem faustgroßen Klumpen heran, die Stacheln treten aus der Haut hervor und die Mutter beginnt sich seiner erst zeitweilig, dann völlig zu entledigen.

Gleich dem tasmanischen Ameisenigel, dem größten der drei Artgenossen, erreicht das Schnabeltier die Größe von ungefähr 0·50 Meter. Es ist, im Gegensatz zu jenen, ein ausgesprochener Wasserbewohner, dessen Lieblingsaufenthalt breite, teichartige Flußstellen mit träg fließendem oder stehendem Wasser sind. Dementsprechend sind die fünfzehigen Füße mit Schwimmhäuten versehen, die besonders an den Vorderbeinen gut ausgebildet sind. Der wie beim Biber von oben nach unten zusam-



Schnabeltier.

mengedrückte Schwanz dient wohl als Steuer beim Tauchen. Besonders aber kennzeichnet die Schnauze das Tier als Wasserbewohner. Auch sie ist stark von oben nach unten zusammengedrückt und erinnert dadurch und durch ihre Bekleidung mit einer schwärzlichen nackten Haut an den Schnabel einer Ente, deren Kopf dem des Schnabeltiers ebenfalls nicht unähnlich ist. Dieser Entenschnabel ist ringsum am Grunde von einer nackten, krausenartigen, mit feinem Gefühl begabten Hautfalte umgeben, die dem Schnabeltier beim Gründeln nach seiner Nahrung wesentliche Dienste leistet. Die Nahrung besteht aus Wassertierchen und wird zunächst in den geräumigen Backentaschen untergebracht und später mit Muße verzehrt. Zum Zerkauen der Nahrung dienen dem jungen Schnabeltiere zwei oder drei Paar obere und zwei Paar untere Backenzähne, die durch ihre merkwürdige Form von denen aller anderen lebenden Säugetiere abweichen und mit den Zähnen eines der ältesten ausgestorbenen Säuger Europas noch die meiste Ähnlichkeit besitzen. Sie nützen sich nach und nach ab und sind bei älteren Tieren durch einige Hornplatten in jedem Kiefer sowie durch eine Reihe von Querriefen ersetzt. In einer mit den Hinterfüßen ausgegrabenen Höhle am Ufer legt das Weibchen zwei von einer starken, biegsamen Schale umgebene, großdotterige, fast 2 Zentimeter lange Eier, denen blinde und nackte, kurzschnäbelige Junge entschlüpfen, deren Lebensweise anfangs ganz derjenigen der Ameisenigeljungen gleicht.

Bemerkenswert ist noch bei den Männchen aller Monotremata an den Hinterbeinen ein durchbohrter, mit einer Drüse verbundener Sporn, der jedoch keine Waffe zu sein, sondern im Zusammenhange mit dem Liebesleben der Tiere zu stehen scheint.

Das wichtigste Merkmal der Ameisenigel und des Schnabeltieres ist jedoch der Besitz einer Kloake, indem bei ihnen, wie bei den Reptilien, das erweiterte Ende des Mastdarms die Mündungen der Geschlechts- und Harnwege aufnimmt. Dieser Umstand, der bei den übrigen Säugetieren nur noch vorübergehend während der Embryonalzeit (Entwicklungsperiode innerhalb des Mutterleibes) auftritt, beweist die tiefe und ursprüngliche Stellung der Monotremata, die man nach diesem Organ auch als Kloakentiere bezeichnet. Zu dem gleichen Schlusse berechtigt auch das Vorhandensein eines dem Brustbein angefügten Rabenschnabelbeins (Os coracoideum), das bei allen übrigen Säugetieren zu einem Fortsatz am Schulterbein, dem Rabenschnabelfortsatz, verkümmert ist. Auf sehr ursprünglichen Charakter deutet auch das Vorhandensein von zwei dem Schambeine angefügten Knochen, die bei den Beuteltieren als Beutelknochen wiederkehren.

Diese sowie eine Anzahl anderer Merkmale am Knochengerüst, welche schon bei einer ausgestorbenen Familie der Reptilien, den mit raubtierähnlichem Gebisse versehenen Theriodontieren, vorhanden waren und bei den heutigen Kloakentieren wiederkehren,*) machen die Abstammung der letzteren von ausgestorbenen Kriechtieren gewiß. Prof. Dr. V. Sixta,**) der diese Abstammung verficht, sagt, daß die Monotremen durch ihre morphologischen (auf die Gestalt bezüglichen) Eigenschaften zur Hälfte den fossilen Sauriern (Eidechsen) ähnlich sind. Ein Viertel ihrer Merkmale bezeichnet Übergangsstufen zwischen Sauriern und Säugern, und kaum ein Viertel der Monotremeneigenschaften ist typisch für Säugetiere. Hätten sich letztere direkt aus den Amphibien herausgebildet, so ließen sich ihre Sauriereigenschaften nicht erklären. Die ganz untergeordneten amphibialen Merkmale haben die Säuger nicht direkt, sondern durch die Saurier von den Lurchen, deren Vorfahren, geerbt.

Sixta weist die Sauriercharaktere der eierlegenden Säugetiere in zahlreichen Punkten nach, zunächst am Schädel und am Schultergürtel. Bei letzterem ist die Übereinstimmung der Knochen von Ameisenigel und Schnabeltier einerseits und den Sauriern anderseits eine so vollkommene, daß in diesem Punkte die Monotremen echte Saurier sind. Ebenso haben die eierlegenden Säugetiere in den Vorderfüßen die ursprüngliche Reptilienform ihrer

*) Der ideale Urahn der Säugetiere muß folgende Merkmale besessen haben: einen Fuß mit fünf Zehen und fünf Fußwurzelknochen, ein freies Quadratbein in Gliedverbindung mit der Hyomandibula und Gehörkapsel, membranöse Knochen, aus denen sich der Arcus zygomaticus entwickeln konnte, eine Hautbedeckung, aus der sich Haare bilden konnten, zweiköpfige Rippen, eine indifferenzierte Fußwurzel und gewisse Schädelknochen.

**) Zoolog. Anzeiger, Bd. 28 (1905), Nr. 19/20.

Vorfahren beibehalten. Die morphologische Beschaffenheit ihrer Hinterfüße zeigt eine Mittelstellung zwischen Eidechsen und Beuteltieren. Große Ähnlichkeiten mit Sauriern herrschen hinsichtlich des Variierens der Wirbelzahl beim Ameisenigel und einiger Muskeln beim Schnabeltier. Die Schenkeldrüse mit ihrer Spornmündung an den Hinterfüßen hat ihren abstammungsmäßigen Ursprung in den kleinen Schenkeldrüsen der Eidechsen.

Im Bau des Darmkanals und des Herzens, im Verlaufe und in der Verzweigung des Gefäßsystems ist auffallende Ähnlichkeit zwischen Sauriern und Monotremen vorhanden. Das ganze Urogenitalsystem nebst dem Eierlegen der Kloakentiere spricht für den Saurierursprung. Die Eier der eierlegenden Säuger sind fast so groß wie der Kern der Haselnuß. Sie haben eine lederartige Pergamentschale, ein großes, an Öltropfen reiches Dotter wie die der Schildkröten. – Aus alledem geht hervor, daß sowohl das Schnabeltier wie die Ameisenigel eine Sauriergrundlage ihrer einzelnen Organsysteme besitzen und so den Übergang von den Sauriern zu den Säugetieren bilden. Die echten Säugetiereigenschaften der Monotremen sind nur die einfachen Milchdrüsen, welche aus den Talgdrüsen der Haut entstanden sind, und dann die Haar- oder Stachelbedeckung der Haut. Die eierlegenden Säugetiere sind also gewissermaßen mit einem Haarpelz bedeckte Saurier. Sixta schlägt deshalb den Namen Sauriersäuger, Sauromammalia, für sie vor.

Die Entwicklung der Säuger aus den Reptilien macht uns auch manche bei isolierter Betrachtung der Säugetiere dunkle oder unverständliche Erscheinung am Säugetierorganismus verständlich, zum Beispiel bei den Zähnen, wobei festzuhalten ist, daß der Mangel der Zähne und die schnabelförmige Gestalt der Kiefern, die beim Schnabeltier breite Hornplatten tragen, beim Ameisenigel verwachsen und röhrenförmig verlängert sind, erst im Laufe der Entwicklung nachträglich entstanden sind, während für die ältesten Vorfahren der Säugetiere ein reich bezahntes Gebiß vorauszusetzen ist. Neue Untersuchungen haben ja, wie schon oben erwähnt ist, auch gezeigt, daß die Schnabeltiere in jugendlichem Alter Dentinzähne, das heißt Zähne ohne Zahnschmelz, besitzen, die unter den sich später entwickelnden Hornplatten verschwinden.

Die Ergebnisse Sixtas werden durch andere Forscher bestätigt. In einer sehr speziellen Arbeit (Neue Deutungen auf dem Gebiete der Lehre vom Säugetierschädel*) weist Prof. E. Gaupp an den Embryoschädeln des Ameisenigels nach, wie weit die Ähnlichkeit des Schädelskeletts zwischen dem Ameisenigel und unserer heutigen Eidechse (Lacerta) noch geht. Allerdings sind auch gewisse Anklänge an den Amphibienzustand vorhanden, doch ist schon vorhin angedeutet, daß diese wegen des Ursprungs der Saurier aus Uramphibien sehr erklärlich sind.

*) Anat. Anzeiger, Bd. 27 (1905), Nr. 12/13.

Wenn wir nun vom Ursprung der Säugetiere aus dem Sauriergeschlecht hören, dürfen wir bei letzterem allerdings nur an die winzigsten Vertreter desselben — denn winzig waren auch die Ursäugetiere — denken, nicht an jene Riesensaurier, welche die Blüte und den höchsten, schon wieder zur Vernichtung führenden Aufschwung der Klasse bedeuten. Das Eldorado dieser Riesen scheint die neue Welt gewesen zu sein, wo Walter Granger 1897 in Südost-Wyoming die ersten Funde der größten Ansammlung ausgestorbener Reptilien machte, die bisher an einem Platze vorgekommen.*) Ihre Häufung an dieser Stelle erklärt Prof. Osborn damit, daß hier eine Barre die Mündung eines Flusses versperrte, so daß in dem seichten Wasser die Leichen aller den Strom herabtreibenden Tiere sich ablagern mußten.



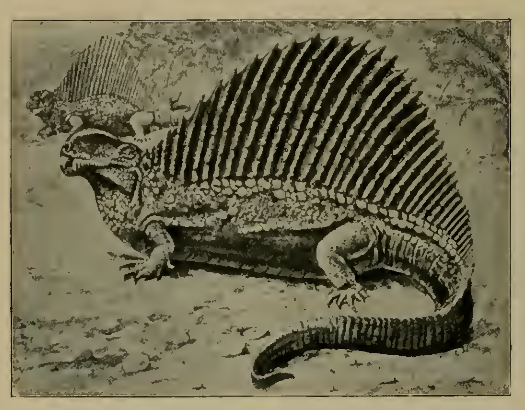
Wahrscheinliches Aussehen des Arsinoitherium. (S. Jahrb. II., S. 197).

Die gewaltigsten Repräsentanten der hier lebenden Riesendinosaurier sind der Diplodocus Carnegii und der Brontosaurus. Ersterer, dessen Skelett wohlerhalten im amerikanischen Museum zu Pittsburg und als Modell jüngst in der Reptiliengalerie des Britischen Museums zu London zur Ausstellung gelangte, zeigt wohl die riesigsten Verhältnisse, die ein auf dem Lande lebendes Erdenwesen jemals erreicht hat. 75 Fuß oder, wenn man die Wirbelsäule gerade mißt, 85 Fuß beträgt die Länge des Skeletts bei einer Schulterhöhe von ungefähr 14 Fuß (22·8 beziehungsweise 25·9 beziehungsweise 4·3 Meter). Daß solch ein Ungeheuer einen Schädel hatte, der beträchtlich kleiner war als der eines großen Krokodils, ist sehr merkwürdig, noch merkwürdiger aber ist die Schwäche seiner nur noch bleistiftdicken Zähne. Nicht minder seltsam ist die gewaltige Ver-

*) Scientific American, Bd. 92, Nr. 3. — W. D. Matthew, The mounted Skeleton of Brontosaurus etc., 1905.

längerung des Kopfes und des Schwanzes neben der Verkürzung des Rumpfskeletts.

Daß das Knochengerüst dieser Wesen, die mindestens vor mehreren Millionen Jahren lebten, *) in so wunderbarer Erhaltung bis auf unsere Tage gekommen ist, erscheint um so erstaunlicher, als die kleineren Knochenteile gewöhnlich zerstreut oder gar bis zur Unkenntlichkeit zerdrückt sind. Auch beim Brontosaurus, der im vergangenen Jahre unter Leitung des Prof. Osborn im American Museum of Natural History zu New-York aufgestellt ist, sind vom Schädel nur die Kinnbacken und der Hinterkopf erhalten, die übrigen Teile nach bekannten Schädeln nahe verwandter Arten ergänzt.



Wahrscheinliches Aussehen des Dimetrodon, Reptil aus dem Perm von Texas (Größe eines starken Hundes).

Auch bei diesem $62^1/_2$ Fuß langen Giganten, dessen Höhe an den Hinterbeinen $15^1/_2$ Fuß beträgt, ist die Kleinheit des Kopfes und der dünnen, löffelartigen Zähne auffallend. Prof. Osborn hält das Tier für einen Flußbewohner, der sich von den üppig wachsenden, sehr viel Nährstoffe bietenden Wasserpflanzen ernährte und diese, da ihm alle Mahl- und Kauzähne fehlten, in großen Massen, ohne sie zu zerkauen, verschlang. Merkwürdig ist der zweckmäßige Bau der Knochen des Tieres, die im Verhältnis zu ihrer Größe ungemein leicht sind. Sie sind so weit wie möglich hohl, jedes überflüssige Teilchen fehlt, die Konstruktion der Wirbel, T-eisenförmig, ist geeignet, die größten Spannungen und Kraftäußerungen zu ertragen. Die Hinterfüße des Tieres trugen fünf Zehen, die ihm bei der Fortbewegung über den sumpfigen Boden der Lagunen gute Dienste geleistet haben mögen, während der Zweck der einen großen Klaue an den Vorderfüßen sich nicht feststellen läßt.

Gleichzeitig und an demselben Orte mit den Riesensauriern lebten weit kleinere fleischfressende Dinosaurier, Zweifüßer mit vogelbeinähnlichen Füßen und scharfen Krallen, mit großen Köpfen und scharfen spitzen Zähnen. Zeichen dieser Zähne fand man sowohl am Diplodocus als auch am Brontosaurus, und wenn wir auch nicht annehmen wollen, daß die Zwerge diesen Riesen zu ihren Lebzeiten gefährlich wurden, so scheinen sie doch ihre Leichen als willkommene Beute betrachtet zu haben.

Sklaverei und Anbau im Ameisenreiche.

Größer als der Abstand zwischen den Riesen aus Brobdingnag und den Bewohnern des Landes Liliput ist der Unterschied zwischen den Dinosauriern und den Ameisen, nicht nur der Größe, sondern auch der Psyche nach. Während uns jene Riesenechsen wahrscheinlich das Bild des tiefsten, nur auf Kauen und Verdauen bedachten Stumpfsinns geboten hätten, überraschen die Ameisen uns immer aufs neue durch Züge des Instinkts oder der Überlegung, zu deren Erklärung uns vielfach noch der Schlüssel fehlt. Wenn diese „Seelenäußerungen" auch an sich schon äußerst anziehend sind, so verlangt uns doch angesichts ihrer nach der Lösung des Rätsels ihrer Entstehung.

Sehr hübsch ist es, daß neuerdings in London und anderen großen Städten den Kindern wohleingerichtete Ameisennester zum Beobachten als Geschenk geboten werden. Gerade die Ameisen eignen sich vorzüglich zum biologischen Studienobjekt im Wohnzimmer, da sie sich bei minimaler Pflege jahrelang halten.

Eine der merkwürdigsten Eigentümlichkeiten dieser an sonderbaren und teilweise unerklärlichen Instinkten so reichen Insektenfamilie ist das Sklavenhalten, das bei manchen Arten bis zu dem Grade entwickelt ist, daß die sklavenhaltenden Herrinnen nicht mehr im stande sind, selbst für ihre Ernährung zu sorgen, sondern hinsichtlich der Fütterung und Reinigung vollständig auf die Sklaven angewiesen erscheinen.

Für die blutrote Raubameise (Formica sanguinea), eine der häufigeren mitteleuropäischen Arten, hat Darwin in der „Entstehung der Arten" das Rätsel folgendermaßen zu lösen versucht: „Ich will mich nicht vermessen zu erraten, auf welchem Wege der Instinkt der blutroten Ameise sich entwickelt hat. Da jedoch Ameisen, die keine Sklavenmacher sind, zufällig um ihr Nest zerstrente Puppen anderer Arten heimschleppen, so ist es möglich, daß sich solche vielleicht zur Nahrung aufgespeicherte Puppen dort zuweilen noch entwickeln, und die auf solche Weise im Hause absichtslos erzogenen Fremdlinge mögen dann ihren eigenen Instinkten folgen und das an Arbeit leisten, was sie können. Erweist sich ihre Anwesenheit als nützlich für die Art, welche sie aufgenommen hat, und sagt es dieser letzteren mehr zu, Arbeiterinnen zu fangen als zu erzeugen, so kann der ursprünglich zufällige Brauch, fremde Puppen zur Nahrung einzusammeln, durch natürliche Zuchtwahl verstärkt und endlich zu dem ganz abweichenden Zwecke,

*) Seit der Juraperiode, in der diese Riesen untergingen, mögen 7 bis 8 Millionen Jahre, seit dem Perm, in dem die Saurier zuerst erscheinen, etwa 14 Millionen Jahre verflossen sein.



Das Brontosaurierskelett im American Museum of Natural History.

Sklaven zu erziehen, bleibend befestigt werden."

E. Wasmann S. J., gegenwärtig wohl der hervorragendste Kenner des Ameisenlebens, hatte sich der Hypothese Darwins über die Entstehung der Sklaverei ursprünglich angeschlossen. Seine letztjährigen Beobachtungen haben ihn jedoch auf eine neue Spur bezüglich der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Sklavereiinstinkts bei den Ameisen und insbesondere bei der Gattung Formica geführt; er legt diese neue Erklärung in einer ausführlichen Arbeit*) vor, in der er zunächst die Frage aufwirft: Ist eine zufällige Entstehung des Sklavereiinstinkts — wie Darwin sie annimmt — möglich?

In einem Wasmannschen Beobachtungsneste von Polyergus rufescens mit Formica rufibarbis als ursprünglichen Sklaven wurde den Sklaven Gelegenheit geboten, aus einem Nebenraume, dem „Abfallnest", zahlreiche Puppen verschiedener fremder Spezies, darunter Kokons der Herrenart selbst, sieben verschiedener Formica-Arten, darunter Arbeiter und Weibchen der Sklavin, ferner zweier Lasius-, einer Camponotus- und einer Tapinoma-Art, einzuschleppen. Daneben entwickelte sich in dem Abfallneste unter der Pflege der mit den fremden Puppen eingeschleppten Ameisen zeitweise eine buntgemischte kleine Allianzkolonie, in der die Polyergus dann tagelang ganz friedlich umherspazierten. Aber von einer „zufälligen Aufnahme" jener Fremden in die Raubameisenkolonie, wie Darwin vermutet, war trotzdem keine Rede. Spätestens innerhalb einer Woche begannen die Sklaven im Abfallneste aufzuräumen. Die Puppen und auch manche frischentwickelte, noch nicht mit ihrem Artgeruch behaftete Arbeiterinnen wurden in das Hauptnest hinübergetragen, die alten fremden Ameisen dagegen und auch die Mehrzahl der jungen einfach an Ort und Stelle umgebracht. Die im Hauptneste aufgestapelten fremden Kokons und die wenigen mitgenommenen jungen Arbeiterinnen hatten dort erst ihr Erziehungsschicksal zu bestehen. Das Ergebnis war folgendes:

Von der Sklavenhalterin selbst wurden fast sämtliche hinübergeschleppte Puppen endgültig aufgezogen, desgleichen gegen 1000 Arbeiterinnen von Formica rufibarbis, der Sklavin, als Hilfsameisen; dazu wurden noch von zwei anderen Formica-Arten, fusca und pratensis, je etwa 500 beziehungsweise 1500 bis 2000 Arbeiterinnen als Hilfsameisen definitiv zugelassen. Alle übrigen wurden entweder nur zeitweise aufgenommen und nach Tagen oder Wochen getötet, oder nur vorübergehend aufgezogen und dann ausgemerzt, oder sofort niedergemetzelt, sobald sie den Kokon verlassen hatten. Drei Arten wurden sogar zumeist noch im Puppenzustande fortgeworfen.

Es wurden also an fremden Formica-Arbeiterinnen in diesem Beobachtungsneste 1904 nur drei unter sieben Arten als Hilfsameisen ausgelesen, diese aber in großer Zahl. So bestand dann die Kolonie aus nur 15 Prozent der Herrenart Polyergus und aus 85 Prozent Sklaven, nämlich 30 Prozent der anfänglichen Sklavenart Formica rufibarbis 40 Prozent pratensis und 15 Prozent fusca. Letztere ist häufig die normale Hilfsameise von Polyergus; daß so zahlreiche pratensis aufgenommen wurden, erklärt sich vielleicht dadurch, daß zwischen den betreffenden Polyergus und den pratensis ein bisher verborgener biologischer Zusammenhang besteht, da sich neben der auf dem Kuh-

*) Ursprung und Entwicklung der Sklaverei bei den Ameisen. Biolog. Zentralblatt, Bd. 25 (1905), Nr. 4 bis 9.

berg bei Luxemburg gefundenen Polyergus-Kolonie in nur 15 bis 20 Meter Entfernung zwei sehr kleine Nester mit pratensis befanden.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, daß die Erziehung fremder Puppen, die sich zufällig in einem Formica-Neste entwickeln, wenig wahrscheinlich ist, daß vielmehr der Instinkt die Ameisen in der Auslese ihrer fremden Hilfsameisen streng auswählend vorgehen läßt. Die Auslese ist nämlich nicht auf Rechnung der Raub- und Beißlust der Herrenameise, der Polyergus, zu setzen, sondern wird von den ursprünglichen Sklaven, Formica rufibarbis, ausgeübt. Wasmann sah mehrmals, wie eine bereits völlig ausgefärbte Formica rufa-Arbeiterin von den rufibarbis im Hauptneste umhergezerrt, ins Vornest gezogen und dort umgebracht wurde.

Beobachtungen und Versuche an der (fälschlich sogenannten) baumbewohnenden Ameise (Formica truncicola) führten Wasmann zuerst zu zwei Ergebnissen, für deren Verständnis zuvor die Ausdrücke Adoptionskolonie und Allianzkolonie erläutert werden müssen. Eine Adoptionskolonie entsteht, wenn eine fremde Königin in einer Kolonie einer anderen Art aufgenommen (adoptiert) wird. Eine Allianzkolonie entsteht entweder durch Vergesellschaftung zweier oder mehrerer Königinnen fremder Arten nach dem Paarungsfluge (ursprüngliche, primäre Allianzkolonie), oder durch die Verbindung zweier schon fertiger Ameisenkolonien (nachträgliche, sekundäre Allianzkolonie).

Gegenwärtig entstehen nun sämtliche „Raubkolonien" der sklavenhaltenden Ameisen in jedem einzelnen Falle entweder als Adoptionskolonie oder selten als Allianzkolonie; denn die isolierten Königinnen der Raubameisen gründen ihre neuen Kolonien stets mit Hilfe von Arbeiterinnen bestimmter fremder Arten. Auf dieser Gründungsweise der Kolonien beruht die instinktive Neigung der Arbeiterinnen der Raubameisenart, späterhin die Puppen eben derselben Hilfsameisenart zu erziehen, mit deren Hilfe ihre eigene Kolonie gegründet und die ersten Arbeiterinnen der Raubameisenkolonie erzogen worden sind.

Im Laufe der Entwicklung des Ameisenstammes (phylogenetisch) hat sich die infolge der Gründungsweise der Kolonien bei den Arbeiterinnen schon vorhandene Neigung, bestimmte Hilfsameisenarten aufzuziehen, zu einem ausgesprochenen Sklavereiinstinkt weiterentwickelt.

Eine lehrreiche Vorstufe der Entwicklung dieses Instinkts zeigt die oben genannte Formica truncicola, die weit häufiger Erdnester als alte Stämme bewohnt; sie hat ihre Nester vielfach unter Steinen, namentlich an Örtlichkeiten, wo auch Formica fusca häufig ist. Letzterer Umstand scheint mit der Gründungsweise der truncicola-Kolonie eng zusammenzuhängen: die nach dem Paarungsfluge vom Heimatneste entfernten Königinnen ziehen nämlich ihre Brut nicht allein, sondern stets mit Hilfe von fusca-Arbeiterinnen auf. Die gemischten truncicola-fusca-Kolonien sind daher völlig gesetzmäßige, aber nur vorübergehende (temporäre) Formen gemischter Kolonien. Ihre Entwicklung verläuft in fünf Stufen.

1. Stadium: eine truncicola-Königin mit fusca-Arbeiterinnen als Ammen. Die Kolonie ist eine gemischte, und zwar eine Adoptionskolonie (1. Jahr).

2. Stadium: die truncicola-Königin, umgeben von Eiern, Larven und Puppen ihrer Art, die von den fusca-Ammen erzogen werden (1. Jahr).

3. Stadium: die truncicola-Königin haust mit ihrer Brut und den bereits erzogenen truncicola-Arbeiterinnen nebst den noch am Leben befindlichen fusca-Arbeiterinnen (1., 2. und 3. Jahr).

4. Stadium: nachdem die letzten fusca-Arbeiterinnen gestorben sind, ist die bisher gemischte Kolonie zu einer einfachen truncicola-Kolonie geworden (4. Jahr).

5. Stadium: nachdem die Kolonie durch die Fruchtbarkeit der Königin ihre normale Stärke erreicht hat (manchmal Tausende von Arbeiterinnen), werden auch Männchen und Weibchen erzogen. Letztere begegnen nach dem Hochzeitsfluge entweder Arbeiterinnen der eigenen Kolonie, welche sie in das Heimatnest zurückbringen, oder sie suchen fusca-Nester auf. Finden sie Aufnahme in einer weisellos gewordenen fusca-Kolonie, so ist das Stadium 1 wieder erreicht, durch welches eine neue truncicola-Kolonie gegründet wird. Die alte Kolonie vermag leicht ein Alter von 12 bis 20 Jahren zu erreichen.

Gelegentlich kann die einfache truncicola-Kolonie wieder zu einer gemischten truncicola-fusca werden, indem zufällig geraubte fusca-Puppen von den truncicola-Arbeiterinnen erzogen werden, die wegen ihrer eigenen Erziehung durch fusca eine besondere Neigung beibehalten haben, Arbeiterpuppen eben dieser Art zu erziehen. So kann die ursprüngliche Adoptionskolonie die Grundlage zur späteren Bildung einer Raubkolonie werden.

Wasmann hat diese Entwicklungsstadien in einem einfachen Glasscheibennest während der Jahre 1901 bis 1904 genau beobachtet und gibt von diesen seinen Beobachtungen eine an interessanten Einzelheiten reiche Darstellung, auf die hier leider nicht weiter eingegangen werden kann. Wie nun aus den Adoptionskolonien die Raubkolonien hervorgehen, läßt sich in mehreren Entwicklungsstufen verfolgen.

Es gibt Formica-Arten, die schon Sklavenhalter sind, trotzdem aber nur zeitweilig gemischte Kolonien bilden, indem sie erstens eine primär gemischte Adoptionskolonie mit Arbeiterinnen einer fremden Art anlegen, zweitens aber nach dem Aussterben der primären Hilfsameisen noch eine Zeitlang Sklaven derselben Art rauben, mit deren Hilfe ihre Kolonie gegründet wurde. Das geschieht nur so lange, bis ihre Kolonien die eigene normale Volkszahl erreicht haben; dann lassen sie auch die geraubten Hilfsameisen aussterben. Von hier aus führt ein leichter Schritt zur vollendetsten Form der Sklaverei.

Es gibt Formica-Arten, die in dauernd gemischten Kolonien mit Arbeiterinnen fremder Arten leben. Diese Kolonien, in ihrer Jugend stets durch Adoption entstanden, werden durch die

Sitte dieser Ameisen, neue Arbeiterpuppen ihrer Hilfsameisenart regelmäßig zu rauben, zu dauernd gemischten Raubkolonien. Ein sehr schönes Beispiel dieser Stufe ist die blutrote Raubameise in ihren normal gemischten Kolonien mit Formica fusca oder rufibarbis in Europa. Hier kommen auch dreifach gemischte Kolonien vor, welche die beiden Sklavenarten gleichzeitig enthalten, sowie anormal gemischte Nester; sklavenlose Kolonien dagegen sind eine seltene Ausnahme und finden sich nur bei den allerstärksten Völkern, die gar kein Bedürfnis nach Hilfskräften mehr haben.

Den Höhepunkt der Entwicklung des Sklavereiinstinkts in der Formica-Familie stellt Polyergus dar. Hier ist die körperliche und geistige Anpassung an die Sitte des Sklavenhaltens bereits so hochgradig, daß sie in Einseitigkeit verfällt und den Wendepunkt bildet, an dem der Sklavereiinstinkt zum sozialen Schmarotzertum entartet. Solche Entartungsstadien der Sklavenhaltung finden sich zum Beispiel bei der Strongylognathus-Gruppe, wo die „Herren" die Fähigkeiten verloren haben, ihre Hilfsameisen als „Sklaven" zu rauben, und die Raubkolonien wieder zu dem ursprünglichen Stadium der Adoptions- oder Allianzkolonie zurückkehren.

Bei Anergates endlich, der auf der tiefsten Stufe des gesellschaftlichen Schmarotzertums steht, ist sogar die eigene Arbeiterform gänzlich verloren gegangen, während die Männchen flügellos, puppenähnlich und in der Gestalt verkümmert erscheinen. Hier treffen wir dauernde Adoptionskolonien mit der Hilfsameisenart (Tetramorium). Diese rückschreitende Entwicklung der Sklavenhalter bis zum sozialen Parasitismus scheint mit dem Vordringen in ein nördliches Klima zusammenzuhängen.

Im allgemeinen — so schließt Wasmann diese Untersuchungen — können wir demnach sagen: Ontogenetisch wie phylogenetisch gehen die Raubkolonien der sklavenhaltenden Ameisen aus Adoptionskolonien (beziehungsweise aus Allianzkolonien) hervor bis zur höchsten Entwicklungsstufe der Sklaverei. Dann kehren sie mit der fortschreitenden Entartung der Sklaverei wieder zu den ursprünglichen Formen der Allianzkolonien oder Adoptionskolonien zurück.

Von einer anderen, ebenso interessanten, aber ungleich erfreulicheren Seite zeigt uns ein Bericht E. Ules über „Die Blumengärten der Ameisen am Amazonenstrom" diese intelligenten Pygmäen aus dem Insektenreich.*)

Bei einer Reise durch das riesigste Waldgebiet der Tropen, die Selvas des Amazonenstroms und seiner Tributäre, gewahrt der Forscher in den Baumkronen der tropischen, feuchtwarmen Urwälder außer den Lianen eine Fülle von Epiphyten, das heißt



Ameisengärten. 1. Kugelförmiger Ameisengarten mit vielen Keimpflanzen. 2. Ameisengarten in der Zweiggabel einer Kordia. 3. Gesneriazee mit Wurzelknollen auf einer Melastomazee, zwischen welchen die Ameisen Erde eingetragen haben.

Überpflanzen oder Scheinschmarotzern, die den verschiedensten Familien angehören, zum Beispiel den Orchideen, Bromeliazeen, Arazeen, Farnen, Bärlappen u. s. w. Sie sind nicht nur für ihren luftigen Aufenthalt besonders gestaltet und ausgerüstet, sondern besitzen auch die Fähigkeit, ihre Samen oder die Sporen auf zweierlei Weise leicht auf die Bäume zu verpflanzen. Bei einigen Arten, zum Beispiel Farnen und Orchideen, sind die Samen sehr klein und leicht, zum Teil auch mit besonderem Schwebeapparat ausgerüstet, wie bei der Vanille; bei einigen Bromeliazeen sind sie mit einer Haarkrone versehen, so daß sie leicht vom Winde weggeführt werden können. Andere haben ein saftiges Fruchtfleisch, das die Vögel anlockt; diese setzen dann die mit

*) Himmel und Erde, 17. Jahrgang (1905), Heft 7.

den Beeren verschluckten Samen in ihren Exkrementen auf den Ästen ab.

Außer diesen „Überpflanzen" und den Lianen fallen in den Amazonaswäldern auf Bäumen oft eigentümliche **Ameisennester** auf, die von Pflanzen durchwachsen oder überwuchert sind. Es sind



Blattnest von Oecophylla.

unter diesen Pflanzen besonders Bromeliazeen, Gesneriazeen, Arazeen und einzelne Arten anderer Familien vertreten.*) Vielfach gleichen diese von den Indianern als „Tracuá" bezeichneten Nester üppigen Pflanzenknäueln oder schwebenden Blumengärten.

Die naheliegende Annahme, daß sich die Ameisen hier vielleicht nachträglich zwischen Epiphyten eingenistet hätten, wird durch zwei Beobachtungen widerlegt. Erstens tragen die Ameisennester eine Reihe von Pflanzen, die sonst weder als Überpflanzen noch auf dem Boden vorkommen, und zweitens wachsen sie in großer Menge beisammen, wie namentlich die zahlreichen Keimpflanzen zeigen, die oft aus jungen Nestern hervorsprießen. Da alle diese Pflanzen Beerenfrüchte tragen, so wäre anzunehmen, daß diese Arten durch die Entleerungen der Vögel auf Bäumen und Sträuchern Verbreitung finden, wenn dagegen nicht ihr massenhaftes Auftreten spräche.

Die Anwesenheit der Pflanzen auf den Nestern läßt nur die eine Erklärung zu, daß die Ameisen selbst die Samen an geeignete Stellen auf die Bäume geschleppt haben. Dafür sprechen auch die zahlreichen neuen Kolonien, die auf manchen Bäumen angelegt worden sind, und die Schlupfwinkel und Höhlungen, in welchem die Samen oft untergebracht werden. So wurden, aus hohlen Stengelgliedern hervorkeimend, junge Pflanzen angetroffen, die schon von den Ameisen mit etwas Erde versorgt waren. Durch Versuche ist diese Annahme bestätigt worden. An Stellen, wo die Ameisen vorbeiliefen, wurden Beeren einer Gesneriazee und Bromeliazee, die in den Nestern wuchsen, ausgequetscht. Die Tierchen stürzten gierig darüber her, sogen erst den Saft auf und schleppten dann die Samen in ihre Schlupfwinkel.

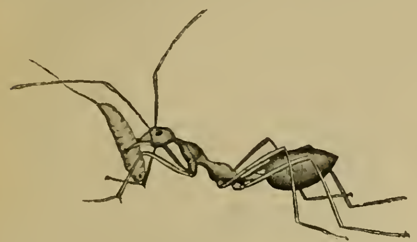
Wir haben es hier also mit von Ameisen gezüchteten Pflanzen zu tun, die mit den echten Überpflanzen nur das Leben auf dem luftigen Standort gemein haben und deshalb den Namen Ameisenepiphyten verdienen. Die Nester mit den von den Ameisen kultivierten Pflanzen können, analog den Pilzgärten derselben Tierchen, als ihre Blumengärten bezeichnet werden, wenn schon sich manche dieser Kulturpflanzen nicht gerade durch ihren Blütenschmuck auszeichnen.

Unter diesen Blumengärtnern kommt eine größere und eine kleinere Art vor, die sich sowohl im Nestbau als auch in der Züchtung der Kulturpflanzen unterscheiden. Die Arbeiter der größeren Art, Camponotus femoratus, sind mittelgroße Tiere von 7 bis 8 Millimeter Länge; sie sind von plumpem Körperbau, schwarzbrauner Farbe und mit starken Beißzangen ausgerüstet. Ihre Nester, die meist hoch oben auf Bäumen angelegt sind, bestehen anfänglich aus formlosen Anhäufungen von Erde, die mit ziemlich einfacher, erdiger Kartonhülle umgeben sind. Oft sind sie nur die erdigen Überdeckungen der von den Ameisen in Ritzen und Höhlungen versteckten Samen und erreichen, bevor die Pflanzen ausgewachsen sind, gewöhnlich nur Faustgröße. Bald sprossen aus dem Neste überall Keimpflanzen hervor, deren Samen die Ameisen hingeschleppt hatten, und entwickeln sich zum Teil zu stattlichen Pflanzen, während andere aus Mangel an Raum absterben. Die Tierchen tragen immer mehr Erde hinzu und umgeben die zarten Wurzeln damit, so daß es den Pflanzen nicht an Nährstoffen fehlt und sie sich zu gewaltigen Knäueln entwickeln können. In den Nestern von Camponotus femoratus finden sich immer nur bestimmte Pflan-

*) Um dem Nichtbotaniker eine Anschauung von dem **Charakter dieser Familien** zu geben, folgen hier einige ihrer bekannteren Angehörigen. Zu den Bromeliazeen gehört die Ananas, aber keine unserer einheimischen Pflanzen, zu den Gesneriazeen, die ebenfalls vorzugsweise innerhalb der Tropen zu Hause sind, die Gloxinia und die schönblühenden, dankbaren Achimenesarten, zu den Arazeen die einheimischen Aron- und Kalmusgewächse, das Philodendron, Kaladium, Anthurium u. a.

zenarten, unter denen einzelne besonders charakteristisch sind.

Eine der wichtigsten dieser Nestpflanzen ist eine Verwandte der Ananas, die Bromeliazee Streptocalyx angustifolius, die einen dichten Büschel schmaler, fleischiger, mit Dornen besetzter Blätter



Arbeiterin von Oecophylla smaragdina eine spinnende Larve haltend

von mehr als 3 Meter Länge entwickelt; sie stellt die mächtigsten Gärten dar. Aus der Familie der Arongewächse züchten die Ameisen ein Anthurium und ein Philodendron. Letzteres, eine größere Pflanze mit herzpfeilförmigen Blättern und langen, oft angeschwollenen Blattstielen, bildet riesige Gärten, an denen die oft armdicken, nach der Form der Nester eigentümlich gekrümmten Rhizome unten sichtbar sind. Öfters findet man auch eine Kaktee, Phyllocactus phyllanthus, mit blattartigen Gliedern und langröhrigen Blüten als Kulturpflanze der Ameisengärten.

So führt Ule sieben Ameisengartenpflanzen auf, die meistens nicht für sich allein, sondern mit einer oder mehreren anderen einen Garten bilden und dabei den Platz desselben nach Möglichkeit ausnützen.

Die zweite Ameisenart, Azteca traili, baut nicht so weit vom Boden entfernt, kaum höher als 5 Meter über der Erde. Ihre kugelrunden Nester, fester und kunstvoller als die von Camponotus, haben mit denen der letzteren nur eine Pflanzenart, jenes Philodendron (das heißt Baumlieb) gemeinsam. Außerdem tragen sie zwei merkwürdige Nachtschattenarten (Solanazeen), eine wilde Feigenart u. a. mehr, im ganzen acht der Wissenschaft sämtlich bisher unbekannte Gewächse.

Über den Nutzen, den die Ameisen von diesen schwebenden Gärten ziehen, spricht sich Ule an anderer Stelle aus.*) Das Wurzelgeflecht der Pflanzen hält nicht nur die Baue zusammen und ermöglicht deren allmähliche Vergrößerung, sondern die üppig gedeihenden Pflanzen bieten den Nestern und ihren Bewohnern auch Schutz vor den sengenden Strahlen der Tropensonne und vor den oft heftigen Regengüssen. Von besonderer Wichtigkeit ist die Möglichkeit, in luftiger Höhe zu wohnen, im Überschwemmungsgebiet der großen Ströme; doch kommen die Blumengärten ebenso häufig im flutfreien Gebiete und selbst im Gebirge vor.

An derselben Stelle führt Ule eine Anzahl Ameisen nebst den von ihnen bewohnten Pflanzen auf. Es zeigen sich unter letzteren solche, die von den Ameisen ständig bewohnt werden, ohne daß eine besondere Anpassung stattzufinden scheint; so nisten sie zum Beispiel ständig in den Hohlräumen, die durch das Zusammenschließen der Blätter und Blattscheiden gewisser, zu den Bromeliazeen gehörenden Tillandsia-Arten gebildet werden. Am beständigsten und von den ausgebildetsten Ameisenarten werden die Pflanzen bewohnt, welche die geräumigsten und verwickeltsten Hohlräume besitzen, und zwar meistens von Azteca-Arten, den kleinen Affen im Ameisenreiche.

Sehr schöne Beobachtungen teilt Dr. F. Doflein*) über die rote Weberameise (Oecophylla smaragdina) mit, welche beim Bau ihrer Blattnester ihre Larven als Werkzeug benutzt. Die Tierchen, welche in Südostasien leben und von Ceylon und Ostindien bis nach Polynesien hin verbreitet sind, verwenden die lebenden Blätter des Baumes zum Nestbau, und zwar in ganz einfacher Weise, indem sie nur zusammengebogen und ihre Ränder mit einer seidenartigen Masse zusammengewebt waren. Dieselbe Masse füllte auch alle Öffnungen und Lücken zwischen den Stielen u. s. w.



Arbeiterinnen von Oecophylla smaragdina, bei der Ausbesserung eines Risses im Neste; die oberen fünf ziehen die Ränder zusammen: von unten spinnen drei mit den Larven Fäden.

aus. Auf der Innenseite der Blätter sah Doflein, nachdem er, den wütenden Angriffen und äußerst schmerzhaften Bissen der Tiere trotzend, ein Nest geöffnet hatte, zahlreiche Schildläuse, sowohl im Hauptnest als auch in Nebennestern, welche eigens zum Zwecke der Ausnutzung der saftspendenden Schildläuse errichtet zu werden scheinen. Bei den Ameisen, die sich in schildlauserfüllten Blattnestern aufhielten, war der Hinterleib von dem süßen Safte der Tiere so erfüllt, daß er durchsichtig erschien.

Am letzten Tage seiner Anwesenheit auf Ceylon gelang es dem Beobachter, indem er einen hohen Baum erstieg und in einem der zahlreichen Nester einen Riß anbrachte, das Weben selbst zu beobachten. Während die Hauptmasse der Tiere, nur auf den zwei Hinterbeinen stehend, in drohen-

*) Flora, 94. Band (1905), Heft 3.

*) Biolog. Zentralbl., Bd. 25, Nr. 15.

der Haltung und mit weit aufgerissenen Kieferklauen (Mandibeln) auf Abwehr des Gegners bedacht schien, sonderte sich ein kleiner Trupp ab und machte sich an dem klaffenden Risse des Nestes zu schaffen, und zwar in einer merkwürdigen Haltung. „An der einen Seite des Spaltes hatten sie mit ihren Mandibeln den einen Blattrand erfaßt, auf der anderen Seite des Spaltes krallten sie sich mit allen sechs Füßen an der Blattoberfläche fest. Dann zogen sie ganz langsam und behutsam an, setzten ganz vorsichtig einen Fuß nach dem andern etwas rückwärts, und so sah man ganz deutlich die Ränder des Spaltes sich allmählich einander nähern. Es war ein bizarrer Anblick, die Tiere alle einander ganz parallel aufgestellt bei der Arbeit zu sehen."

Nun kamen andere herbei und reinigten den Spalt von den Resten des alten Gewebes, die sie im Winde davonfliegen ließen. Nach fast einstündiger Arbeit kam plötzlich ein stärkerer Windstoß, entriß den am Spalt ziehenden Ameisen dessen Ränder und machte die ganze Arbeit nutzlos. Das beirrte die Tiere jedoch nicht; unverdrossen begannen sie das Werk von neuem und hatten nach einer halben Stunde die Ränder des Spaltes einander ziemlich genähert.

„Schon verzweifelte ich an der Möglichkeit, die Hauptsache zu sehen, da kamen aus dem Hintergrunde des Nestes mehrere Arbeiterinnen hervor, welche Larven zwischen ihren Mandibeln hielten. Und sie liefen nicht etwa mit den Larven davon, um sie in Sicherheit zu bringen, sondern sie kamen mit ihnen gerade an die gefährdete Stelle, an den Spalt. Dort sah man sie hinter der Reihe der Festhalter herumklettern und ganz eigenartige Kopfbewegungen ausführen. Sie hielten die Larven sehr fest zwischen ihren Mandibeln, so daß diese in der Mitte ihres Leibes deutlich zusammengedrückt erschienen. Vielleicht ist der Druck von Wichtigkeit, indem er die Funktion der Spinndrüsen anregt.*) Es sah ganz merkwürdig aus, wenn sie mit ihrer Last durch die Reihen der festhaltenden Genossinnen hindurchstiegen. Während letztere auf der Außenseite des Nestes sich befanden, führten erstere ihre Arbeit im Innern des Nestes aus. Sie waren daher viel schwerer zu beobachten. Doch konnte ich nach einiger Zeit mit aller Deutlichkeit sehen, daß sie die Larven mit dem spitzen Vorderende nach oben und vorn gerichtet trugen und sie immer von der einen Seite des Spaltes zur anderen hinüberbewegten. Dabei warteten sie erst ein wenig auf der einen Seite des Spaltes, als ob sie dort durch Andrücken des Larvenkopfes das Ende des von der Larve zu spinnenden Fadens anklebten, fuhren dann mit dem Kopfe quer über die Spalte herüber und wiederholten auf der anderen Seite dieselbe Prozedur. Allmählich sah man, während sie diese Tätigkeit unermüdlich fortsetzten, den Spalt sich mit einem feinen seidenartigen Gewebe erfüllen."

*) Diese Drüsen füllen nach Dr. Dofleins Untersuchung wohl gut die halbe Leibeshöhle der Larven aus.

Die Ameisen benutzen also nach dieser Beobachtung zweifellos ein „Werkzeug", und zwar ein ganz merkwürdiges zur Erreichung ihres Zieles: die eigenen Larven dienen ihnen als Spinnrocken und gleichzeitig als Weberschiffchen. Man hat neuerdings auch bei Camponotus senex in Brasilien die gleiche Gewohnheit, die Spinndrüsen der Larven auszunutzen, entdeckt, und da man ähnlich gebaute Nester auch bei anderen Ameisenformen beobachtet hat, so ist anzunehmen, daß man dieselbe Gewohnheit noch öfter feststellen wird, um so mehr, als die Spinnfähigkeit der Larven bei den Ameisen eine weitverbreitete Eigenschaft ist. Wie aber diese Gewohnheit entstanden sei, werden wir vorläufig wohl kaum erfahren.

Haben wir es bei der roten Weberameise mit viehhaltenden Ameisen zu tun, so betreiben die südamerikanischen Atta-Arten **Gemüsebau**, und zwar die Zucht eines Pilzes. Wie dieser aus einem Nest in das andere übertragen und dort weitergezüchtet wird, ist kürzlich von Dr. Jakob **Huber** in Para des näheren festgestellt worden.*)

Jedes dem Nest entschlüpfende Saubaweibchen (Atta sexdens) trägt im hinteren Teile der Mundhöhle eine 0·6 Millimeter große lockere Kugel mit sich, die hauptsächlich aus den Pilzfäden des Rozites gougylophora besteht. Nach dem Hochzeitsfluge gräbt das befruchtete Weibchen eine winzige Erdhöhle, in der sie das Pilzklümpchen ausspeit und zum Gedeihen bringt; sie ist im stande, in dieser Höhle, abgeschlossen von der Außenwelt und ohne von außen kommende Nahrungs- oder sonstige Hilfsmittel, eine Kolonie zu gründen, allerdings mit einem recht barbarischen Mittel. Die Zeit der Entwicklung der Kolonie bis zum Erscheinen der ersten Arbeiterinnen aus den Puppen beträgt in Para (Brasilien) im günstigsten Falle 40 Tage. Die ersten Larven erscheinen etwa 14 Tage nach dem Eierlegen, die ersten Puppen nach einem Monat. Nach dem Erscheinen der ersten Arbeiterinnen vergeht mindestens noch eine Woche, vielleicht noch längere Zeit, bis die Verbindung der Höhle mit der Außenwelt hergestellt ist und die Arbeiterinnen mit dem zum Gedeihen des Pilzgartens nötigen Blattschneiden beginnen (s. Jahrb. II, S. 254).

Ehe diese durch Zerkauen der Blätter hergestellte Unterlage des Pilzes vorhanden ist, wird er zuerst von der Mutterameise, dann auch von den jungen Arbeiterinnen mit flüssigen Exkrementen gedüngt. Die Mutterameise nährt sich zunächst von ihren eigenen Eiern, die sie ausschlürft und von denen nur ein geringer Bruchteil zur Aufzucht gelangt. Den Pilz beleckt sie zwar, frißt aber nicht davon. Vom Erscheinen der ersten Arbeiterinnen an wird die Mutterameise wahrscheinlich von diesen gefüttert. Die Larven werden zunächst von der Stammutter, während der Übergangsperiode bis zur Zeit der Pilzzucht auch von den jungen Arbeiterinnen mit frisch gelegten Eiern gefüttert, die sie ausschlürfen. Die jungen Arbeiterinnen dagegen fressen von Anfang an den Pilzkohlrabi.

*) Biolog. Zentralbl., Bd. 25 (1905), Nr. 18 und 19.

Blatt und Blüte.

(Botanik.)

Kokette Schönheit. * Unsrer lieben Frauen Mantel. * In Wald und Wiese. * Baumriesen und Baumgreise. * Die Empfindung im Pflanzenreich.

Kokette Schönheit.

„Die Liebe ist des Lebens Kern, die Liebe ist der Dichtung Stern.“ Dieses bekannte Wort, es mag auch umgekehrt lauten, ist auf alle Fälle richtig, nicht nur für die Tier- und Menschenwelt, sondern auch für die stillen, anscheinend leidenschaftslosen Pflanzen. Unter den letzteren ist es besonders eine Gattung, die sich unter dem Einflusse der allmächtigen Liebe zum Gipfel der Vollkommenheit und zu sozusagen raffinierter Vollendung in Farben-, Duft- und Formenschönheit emporgeschwungen hat: es sind die koketten Schönen des Pflanzenreiches, die Orchideen.

Die Treibhäuser unserer großen Gärtnereien beherbergen Orchideenschätze, deren Wert nach Zehn-, ja nach Hunderttausenden zählt. Von Zeit zu Zeit geht eine Nachricht von dem Verkaufe einer seltenen Orchidee zu fabelhaftem Preise durch die Tageszeitungen; man könnte für dasselbe Geld Haus und Hof haben. Für eine Spielart von Odontoglossum crispum hat Sanders in London unlängst 30.000 Mark gefordert; für ein Cypripedium verlangte er sogar 5000 Pfund Sterling, also 100.000 Mark. Preise von der Hälfte dieser Höhe sind in der Tat schon bezahlt worden. Dabei muß allerdings bemerkt werden, daß diese Exemplare nicht aus der Hand der Natur hervorgehen, sondern der Kunst des Züchters ihr Dasein und ihre Schönheit verdanken.

Was an den Orchideen anzieht, ist natürlich vor allem die Farbe, besonders die wunderbaren Farbenkompositionen, die dem gegenwärtig herrschenden Geschmacke völlig entsprechen. Da sehen wir zum Beispiel im Gewächshause so eines Züchters eine aus Pernambuco, großblumig, lilaviolett, mit purpurner Lippe und schönem Dufte; daneben eine andere aus Brasilien in Lilarosa mit rahmgelber Lippe, deren Blätter und Blütenstiele einer auffallend großen Bulbe (Stammknolle) entsprießen. Daneben prangt eine dritte in Braun mit dunkelbraunen Punkten und Streifen, weiterhin eine vierte, eine Frauenschuhart, deren Kelch und Blumenblätter gelblichgrün und braungestreift sind, während der Schuh inwendig orangefarben und außen braungefleckt ist. Dazu kommt noch etwas, was alle diese Farbenpracht außerordentlich hebt: das ist der oft matter, oft heller auftretende herrliche seidenartige Glanz, der vielen Orchideen eigen ist. Nicht selten werden die Farben gehoben auch durch die stoffliche Beschaffenheit der Blume, indem diese meist in einzelnen Teilen wie aus feinem Plüsch oder weichem Samt gearbeitet erscheint oder auch aus festerem Stoffe wie Saffian, Wachs, hartem Glase. So lachen und leuchten, glänzen und gleißen sie, vornehmste Kinder der Natur, in Samt und Seide.

Hinter der Farbenpracht der Orchideen bleibt ihr Formenreichtum, eine bewandernswürdige Vielgestaltigkeit der Blüten, nicht zurück. „Bekanntlich,“ so schreibt ein bedeutender Orchideenzüchter in einer anregend geschriebenen Anleitung zur Zimmerkultur dieser eigenartigen Blumen,*) „bekanntlich haben Orchideenblüten häufig tierähnliche Gestalt. Man glaubt, vorzüglich wenn die Phantasie etwas dazutut, Schmetterlinge, Bienen, Libellen, Riesenspinnen, Kolibris rc. zu erkennen. Bei recht charakteristischen Blumen vermag der Eindruck so stark zu sein, daß Leute, die derartiges noch nicht gesehen haben, beim plötzlichen Erblicken einer abgeschnittenen Blume, besonders wenn der Stiel nicht sichtbar ist und andere Blumen nicht daneben sind, momentan zweifeln können, ob sie ein Tier oder eine Blume vor sich haben. In einem solchen Falle wurde ich tatsächlich einmal gefragt: ‚Ist das ein Schmetterling?‘ Eine Orchidee (Zygopetalum Makayi) läßt sogar bei gut ausgeprägten Spielarten ein menschliches Gesicht, ein Gnomenantlitz, erkennen. Bei manchen Odontoglossum-Arten sehen die inneren Blütenteile so aus, als ob ein Insekt aus einem Brunnen tränke. Die scharlachrote Blume des



Odontoglossum triumphans.

*) A. Braecklein, Die Orchideen und ihre Kultur im Zimmer. Mit 50 Abb. Frankfurt a. O. 1904.

Ornithidium miniatum zeigt die Gestalt eines Vogelkopfes."

Auch unsere deutsche Flora besitzt eine Orchideengattung, die mehrere Täuschblumen enthält. Linné faßte alle Mitglieder dieser Gattung unter dem Namen insektentragende Ophrys zusammen, während man gegenwärtig zwei oder drei Arten unterscheidet, die fliegentragende, die bienentragende, die spinnenähnliche (Ophrys muscifera, apifera, arachnites). Die gewöhnlich oberseits dicht behaarte, samtartig aussehende, oft mit verschieden gestalteten Zeichnungen versehene Lippe gibt der Blüte ein sehr fremdartiges, insektenähnliches Aussehen, durch das sich allerdings ein in der Auffassung von Insektenformen geübtes Auge niemals täuschen lassen wird. Aber sollen denn unsere Augen überhaupt dadurch getäuscht werden? Sicherlich existierten Ophrysarten, ehe Menschenaugen so weit gediehen waren, sich um sie zu kümmern. Wenn sie für jemanden bestimmt waren oder auf jemanden Wirkung ausüben sollten, so waren es wohl Insekten, und die mögen es mit der Ähnlichkeit nicht so genau nehmen wie wir.



Ophrys apifera (Bienen-Orchis).

Zwei dieser Ophrysarten, die Spinnen-Orchis und das Fliegenblümchen, hat nun Dr. Karl Detto*) hinsichtlich ihrer Befruchtungseinrichtungen eingehend geprüft, und das Ergebnis seiner Untersuchung ist anziehend genug, um hier mitgeteilt zu werden.

Bekanntlich weisen die meisten Orchideen Blüteneinrichtungen auf, welche die Selbstbestäubung fast unfehlbar ausschließen und die Fremdbestäubung herbeiführen müssen. Betrachten wir eine solche Blüte, zum Beispiel die des Knabenkrautes (Orchis mascula), unter der Lupe, so gewahren wir inmitten der drei Kelch- und der drei verschieden großen Kronenblätter die flache, ungefähr herz- oder nierenförmig gestaltete Narbe, unterhalb deren die Unterlippe und der Eingang zum Honigsporn liegen. Oberhalb der Narbe zeigen sich zwei Täschchen, die Staubbeutel, deren jedes ein Paket



Blütenrispe von Oncidium crispum, einer „schmetterlingnachahmenden" Orchidee.

Pollenmasse umschließt. Diese Pollenmassen oder Pollinien sitzen auf eigentümlichen, sehr zarten Stielchen, die sich am unteren Ende zu je einem breiten platten Scheibchen, dem Klebscheibchen, erweitern. Mit diesem Scheibchen reichen sie in einen kleinen, vertieften Vorsprung oberhalb der Narbe, das Schnäbelchen, hinein, welches elastisch ist und leicht nach unten herabgebogen werden kann, nach Aufhören des Druckes aber auch ebenso leicht in seine ursprüngliche Stellung zurückkehrt. Das Innere dieses Näpfchens oder Schnäbelchens ist gefüllt mit einem Tröpfchen klebriger Flüssigkeit, in welche die Klebscheiben der Pollenmassen eintauchen.

Was nun geschieht, wenn ein etwas langrüsseliges Insekt sich auf der Blüte niederläßt, um den Honig aus dem Sporn zu saugen, können wir uns leicht veranschaulichen, wenn wir die Bewegung des Saugrüssels an der seitlich schauenden Blüte mittels eines scharf zugespitzten Bleistiftes nachahmen. Richtig eingeführt, stößt der Stift gegen das Näpfchen, dieses klappt sofort zurück und die Klebscheibe der Pollenmassen berührt den Bleistift. Ziehen wir ihn nun aus der Blüte zurück, so sind die beiden Pollinien an seiner Spitze so fest-

*) Flora, Bd. 94 (1905), Heft 2.

gekittet, daß sie aus ihren Täschchen gerissen und mitgenommen werden. Hält man dann den Bleistift gegen das Licht, so sieht man, daß die Pollenmassen sich ziemlich schnell nach vorn überbiegen, so daß sie bei erneutem Einführen des Stiftes in die Honigtasche unfehlbar die Narbe berühren müssen.

Kommt also ein Besucher, zum Beispiel die auf Orchis häufige Schnepfenfliege, um Honig zu saugen, so stößt sie bei dem Versuche, den Rüssel in den Sporn zu versenken, mit dem dicken Kopfe an das Schnäbelchen. Dieses schnellt wie eine elastische Feder zurück und die Klebscheiben der Pollenmassen haften fest auf den beiden Augen des Tierchens, das sich dadurch jedoch nicht im Genusse stören läßt. Während es zur zweiten Blüte fliegt, haben sich die Pollenmassen gekrümmt und werden beim Eindringen in diese auf die Narbe übertragen. Beim Verlassen der zweiten Blüte werden die Pollinien derselben zur dritten mitgenommen und so fort.

Beim Fliegenblümchen (Ophrys muscifera) verläuft der Vorgang etwas anders. Hier hat jedes Pollentäschchen sein eigenes Schnäbelchen, es werden also kaum jemals beide Pollenmassen zugleich abgeholt werden. Ferner fehlt der Blume der Honigsporn und damit ein Hauptlockmittel. Das Vorwärtsbeugen des Polliniums erfolgt bei Ophrys nicht sozusagen momentan, sondern erfordert etwa 6 Minuten Zeit. Aus alledem geht schon hervor, daß die Bestäubungsverhältnisse beim Flügelblümchen andere sein müssen als bei den Orchisarten.

Dr. Detto fand bei den von ihm untersuchten Ophrys merkwürdig wenige Fälle von Befruchtung. Es konnte also nur sehr schwacher Insektenbesuch stattgefunden haben. An drei Standorten hatten die Pflänzchen fast noch alle ihre Pollenmassen, nur etwa 3 bis 8 Prozent der Pollinien waren entfernt. Schon der englische Botaniker Richard Brown hatte 1833 vermutet, daß die merkwürdige Form der Ophrysblüten die Insekten abschrecke, und Detto fand das für Bienen und Hummeln bestätigt. Das hängt jedenfalls mit der Tatsache zusammen, daß diese Insekten beim Anfluge alle jene Blüten vermeiden, die von anderen Insekten derselben oder einer anderen Art bereits besetzt erscheinen. Sie schwenken in solchem Falle in einer ganz entschiedenen Weise von der besetzten Blüte ab, während von unten aufkriechende Insekten sich um die oben etwa schon vorhandenen Gäste nicht kümmern. Wir würden also damit zu folgender, allerdings noch nicht mit voller Gewißheit aufzustellender Deutung der Blütengestalt von Ophrys gelangen:

„Die Blüten der Ophrys apifera werden von Honigbienen und Hummeln deshalb nicht beflogen, weil sie ‚den Anschein erwecken', als ob hellrosafarbene Blüten von einem hummelartigen Insekt bereits besetzt seien.

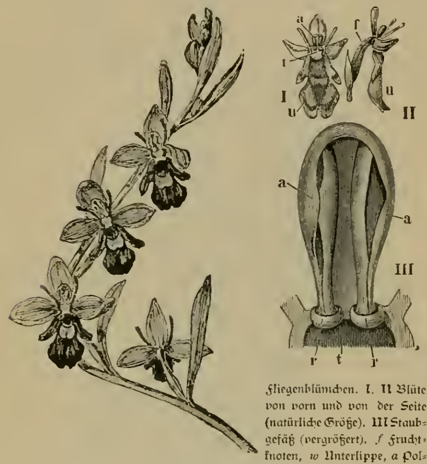


Blütenschema einer Orchis. *a* Staubgefäß, *p p* Pollenmassen, *r* Schnäbelchen, *n* Narbe, *n*[1] Eingang zum Sporn (*sp*), *f* Fruchtknoten.

„Die Blüten von Ophrys aranifera und muscifera wirken auf jene Insekten wie kleine grüne Blüten, in denen sich ein größeres, spinnen- beziehungsweise schmetterlingartiges Tier befindet, oder sie wirken wie von irgendwelchen Tieren besetzte, mit grünen Blättern versehene Stengel, also überhaupt nicht als Blüten."

Es läge also bei Ophrys eine Art Schutzmimikry der Blüten vor, die zur Folge hätte, daß unberufene Besucher, das heißt solche, die den Blüten nicht nützen, sondern nur schaden können, ferngehalten werden. Da die Honigbienen und Hummeln solche Pflanzen, auf denen sie nichts finden, in der Regel nach dem Besuche weniger Blüten verlassen, um sie nicht wieder aufzusuchen, so könnte es für Ophrys, deren Blüten sehr bald der Pollenmassen beraubt sein würden, von Bedeutung

sein, daß solche Insekten fernblieben, die eine erfolgreiche Pollinienübertragung gar nicht bewirken können. Wie wir oben sahen, kann eine solche Übertragung erst stattfinden, nachdem die Stielchen der Pollenmassen sich vornüber gebeugt haben, indem nur infolge dieser Krümmung die Pollenmassen mit der Narbe der folgenden Blüte in Berührung kommen. Nun erfolgt bei den auf Bienen- und Hummelnbefruchtung angewiesenen Orchideen diese Bewegung, entsprechend der eiligen Arbeitsweise dieser Tierchen, verhältnismäßig schnell, bei der Knaben-Orchis zum Beispiel in einer halben Minute; die Pollinien von Ophrys muscifera dagegen brauchen 6 Minuten, um die notwendige Überbiegung nach vor (am 90 Grad) auszuführen, und auch bei der Spinnen-Orchis geht es langsam. In 6 Minuten aber kann eine Biene oder Hummel schon eine große Anzahl von Blüten regelrecht ausbeuten, und die ohnehin schon erhebliche Pollinienverschleppung bei Ophrys würde, wenn diese Pflanzen auf Bienen und Hummeln angewiesen wären, auf diese Weise noch erheblich vermehrt werden.



Die Fliegenblume (Ophrys muscifera) mit insektenähnlich gestalteten Blüten.

Fliegenblümchen. I. II Blüte von vorn und von der Seite (natürliche Größe). III Staubgefäß (vergrößert). f Fruchtknoten, u Unterlippe, a Pollentäschchen, r Schnäbelchen, a Narbe.

Die Scheinnektarien bei Ophrys, stecknadelkopfgroße, glänzend schwarze Höcker am Grunde der Lippe des Fliegenblümchens, mögen die vermutlichen Bestäuber der Blüte, Fliegenarten, anlocken, wie sie das auch auf anderen Blüten tun. Zur weiteren Herbeiziehung der Fliegen mag auch der Umstand dienen, daß die Ophrysarten zum Teil Blütenfarben haben, welche den Farben der die Fäulnisstoffe nachahmenden sogenannten Aas- oder Ekelpflanzen ähnlich sehen. Die seitliche Lage der Scheinnektarien, eins rechts, eins links, wäre für die jedesmalige Entfernung nur eines Polliniums von Bedeutung. Zur Feststellung der wirklichen Bestäuber bei Ophrys bedarf es noch weiterer Beobachtungen. Diese Beobachtungen sind nun bald darauf von W. Eckardt*) in der Kalkregion des Saaletals und der Umgebung von Jena gemacht worden. Er hatte für das Fliegenblümchen schon seit geraumer Zeit die Fleischfliege (Sarcophaga carnaria) als einzige Besucherin festgestellt und zweifelte bei der großen Ähnlichkeit der spinnenähnlichen Ophrys mit jenem nicht mehr daran, daß auch letztere von Sarcophaga-Arten befruchtet werde. Es gelang ihm auch, die genannte Aasfliege beim Besuche der Spinnen-Orchis zu beobachten. Schon die Örtlichkeit, wo die beiden Ophrysarten wachsen, sehr sonnige, höchstens durch vereinzelte Kiefern und Wacholderbüsche beschattete, meist steinige Stellen, ist ein bevorzugter Aufenthaltsplatz der Aasfliege. Die Art des Besuches der Blüten dürfte eine zufällige sein; sie ist deshalb für die Pflanzen am vorteilhaftesten da, wo ihrer möglichst viele beisammen stehen. Hat sich die Fliege zufällig auf einer Blüte oder in deren nächster Umgebung niedergelassen, so wird sie durch die düsterbraune, faulendes Fleisch vortäuschende Farbe der Unterlippe angelockt und sucht nun nach Nahrung, die sie aber bestenfalls nur in Gestalt des von der Unterlippe abgesonderten Saftes findet. Diese Angabe widerspricht derjenigen Dr. Dettos, daß der Nektar fehle oder sich doch mit Sicherheit bisher nicht habe feststellen lassen.

Nach Eckardt dürfte also die dunkelpurpurbraun gefärbte Lippe von Ophrys arachnites nebst ihren in Ausdehnung und Farbe wechselnden Flecken sehr wahrscheinlich ein auf fäulnisstoffliebende Fliegen berechneter Täuschapparat sein. Dem widerspricht nicht, daß sie zugleich als Abschreckungsmittel für Bienen und Hummeln, eifrige und geschwinde Blütenbesucher, dienen kann; denn diese kann die Ophrysblüte wegen der langsamen Bewegung ihrer Pollinien als Kreuzungsvermittler nicht brauchen.

Nicht nur einige unserer unscheinbaren einheimischen Knabenkräuter, sondern auch manche ausländische Prachtorchideen zeichnen sich bei großer Augenfälligkeit durch den völligen Mangel eines Spornes und einer Nektarabsonderung aus. Da nun aber mit einem bloßen „Schaugericht" kein Blütenbesucher zufrieden ist, so ließ sich vermuten, daß ein anderes, den Honig ersetzendes Lockmittel vorhanden sei. Dieses hat Dr. Otto Porsch*) bei mehreren durch Prof. v. Wettstein in Südbrasilien gesammelten Orchideenarten (Maxillaria und Ornithidium) in Gestalt von Futterhaaren und Blütenwachs entdeckt.

Futterhaare konnte er auch bei einigen Vertretern der einheimischen Flora nachweisen. Diese Härchen enthalten Eiweiß und Fett in Zellen, deren dünne Wand die Verdaulichkeit leicht macht. Das Abreißen durch die Tiere ist sehr erleichtert, so daß die darunter liegenden Gewebe beim Abfressen nicht verletzt werden. Die Futterhaare werden auch in entsprechender Menge gebildet, sie genügen nicht nur dem Nahrungsbedürfnis des ersten Besuchers, sondern stehen, falls bei einmaligem Besuche eine wirksame Fremdbestäubung unterblieb, auch weiteren Gastfreunden noch zur Verfügung. Der Platz dieser Härchen auf der Blüte ist so, daß

*) Naturw. Wochenschr., Bd. IV, Nr. 9 (1905).

*) Österr. Botan. Zeitschr., 55. Jahrg. (1905), Nr. 5—7.

die sie abweidenden Insekten unvermeidlich mit den Pollinien und der Narbe in Berührung kommen müssen. Als Nebenresultat der Untersuchung ergab sich für Maxillaria rufescens noch der klare Nachweis, daß der starke Vanilleblütenduft der Pflanze streng an eine einzige Stelle der Blüte gebunden ist.

Sicherlich wären auch bei mancher einheimischen Orchidee noch neue und wichtige Entdeckungen zu machen. Ja schon der Versuch, manche dieser schönen Kinder unserer Wiesen und Waldungen in Kultur zu nehmen, wäre, obwohl sie schwierig zu behandeln sind, der Mühe wert. Wer sich dem Studium oder der Zucht von Orchideen widmen will, braucht deshalb nicht unbedingt zu ausländischen greifen, zumal es schöne Werke genug gibt, die uns über unsere einheimischen ausreichend orientieren. Mit schönen, naturgetreuen, meistens kolorierten Abbildungen geschmückt, erleichtern sie die Bekanntschaft mit den zum Teil recht seltenen Schönen, machen mit ihren Daseinsbedingungen bekannt und geben Anregung, sie aufzusuchen und zu beobachten. Von den neueren Orchideenbüchern seien unten einige genannt.*)

Die Daseinsbedingungen unserer koketten Schönen sind durchaus nicht so einfach. Sie gehören zu denjenigen Pflanzen, deren Gedeihen mit der Anwesenheit von Wurzelpilzen, sogenannter Mykorrhiza, eng verknüpft ist (s. Jahrb. I, S. 175). Die Rolle, welche die Mykorrhiza im Leben der Orchideen spielt, hat Bernard Noël durch exakte Versuche festgestellt.**)

Es gelang ihm, durch Aussaat von pilzhaltigen Orchideenwurzeln auf geeigneten Nährböden verschiedene dieser Wurzelpilze in Reinkultur zu erhalten und festzustellen, welcher der eigentliche Mykorrhizapilz sei. Es wurde ein zur Gattung Oospora gehörender Pilz gefunden, der sich in den Wurzeln von Cypripedium (Frauenschuh), Cattleya, Laelia und anderen ausländischen Orchideen ansiedelt. Auch die Wendelorche (Spiranthes), vielleicht noch andere einheimische Orchideen, hat denselben anscheinend weitverbreiteten Innenwohner (Endophyten).

Welche Wichtigkeit der Pilz für die Entwicklung der Orchideen besitzt, zeigte folgender Versuch. Wenn aseptisch (keimfrei) aus reifen, aber noch nicht geöffneten Cypripedium-Früchten gewonnene Samen auf pilzfreien Nährboden ausgesät wurden, so zeigte sich noch nach drei Monaten keine Spur von Keimung. Dagegen begannen die Samen alsbald zu keimen, wenn mit ihnen zugleich der Pilz in die Kultur eingeführt wurde. Die Samen anderer Orchideen, zum Beispiel von Cattleya, begannen zwar in pilzfreiem Nährboden zu keimen, zu ergrünen und zu kleinen Kügelchen zu werden, hörten dann aber auf, wenn nicht durch Zuführung des Wurzelpilzes die Weiterentwicklung angeregt wurde.

*) Abbildungen der in Deutschl. und den angrenzenden Gebieten vorkommenden Grundformen der Orchideen (farbig) von W. Müller. Text von Dr. F. Kränzlin. 1904. — Schulze, Die Orchideen Deutschlands.

**) Recherches expér. sur les Orch. Revue gén. de bot., Bd. 16.

Noël führt die wachstumsfördernde Wirkung des Pilzes darauf zurück, daß er die in den Samen enthaltenen Reservestoffe in osmotisch wirksame umwandle, das heißt sie geeignet mache, in den Kreislauf der Säfte überzugehen.

Diese Erfahrungen können im Gärtnereibetriebe für die meist recht schwierige Anzucht von Orchideen, auch von einheimischen, von Nutzen werden, natürlich immer unter Beobachtung der übrigen Lebensbedingungen der zu kultivierenden Art.

Unserer lieben Frauen Mantel.

Ein bescheidenes Pflänzchen, das man mit diesem poetischen Namen bezeichnet, in allem das Widerspiel der prangenden Schönen des vorigen Abschnittes, und dennoch für eine Anzahl Forscher der Ausgangspunkt langjähriger und ergebnisreicher Studien, mit denen uns die Arbeiten Prof. Eduard Strasburgers vertraut machen sollen.*)

Obwohl zu den rosenblütigen Gewächsen gehörend, ermangeln die unscheinbaren „Frauenmäntel" oder Alchemillen jeglicher Blütenpracht. Nicht einmal eine Blumenkrone besitzen die armen Dinger. Nur kleine grüne Kelchblätter umstehen den Blütenrand; die kurzen Staubgefäße, die winzige Narbe fallen auch wenig in die Augen, und so ist das einzige, was der einzelnen Blüte ein wenig Ansehen gibt, der gelbe Ring am Ausgang der Kelchröhre. Doch erkennt man infolge des doldenförmigen Beisammenstehens zahlreicher Blüten den Blütenstand immerhin schon aus merklicher Entfernung. Ihn umringen ziemlich große langgestielte Blätter, je nach den Arten mehr oder weniger tief gelappt und an den Rändern gezähnt, bei manchen auch an der Unterseite seidenglänzend behaart.

Bevor die junge Blattspreite sich voll entfaltet, liegt sie in Falten wie ein Fächer und bildet so eine Art Trichter, in dem sich Regen und Tau sammeln. So können diese Blätter noch Wasser bergen, wenn die Wiesenkräuter ringsum schon trocken sind. Hieraus soll nach Angabe Kerners von Marilaun den Pflänzchen ein Schutz erwachsen. Die Tiere lassen das Kraut, solange es naß ist, stehen; schüttelt man das Wasser von den Blättern ab, so wird die Pflanze bald verzehrt. Taubecherl heißt sie in Tirol, Tränenschöne, Regendächle, Tauschüsseli in anderen Gegenden wegen dieser Wasseransammlung auf den Blättern. Auch der lateinische Name Alchemilla soll damit zusammenhängen, indem die Alchimisten vordem das Wasser von den Blättern für ihre Versuche gesammelt haben. Die zusammengefalteten Blattspreiten aber verglich man in poetischer Übertragung mit dem faltenreichen Mantel der Maria, den sie auf alten Bildwerken schützend über den Betenden ausbreitet: daher Unserer lieben Frauen Mantel. Bei den Niederländern heißt die Pflanze nach der Blattform auch Leeuwenklauw, in Dänemark ähnlich Lovefod.

Linné, dessen Arten vielfach nur Sammelbegriffe, nicht die wirklich von der Natur gegebe-

*) Jahrbücher für wissensch. Botanik, Bd. 41, Heft 1. Naturwiss. Wochenschrift, Bd. IV (1905), Nr. 4.

nen Einheiten sind, teilte die europäischen Alchimillen in nur drei Arten. Die gegenwärtige Botanik sieht in der Art den Inbegriff der Wesen, die wirklich übereinstimmen und durch bestimmte, auf die Nachkommen vererbte Merkmale sich von allen anderen unterscheiden. So ist nun die Gattung Alchemilla durch neuere Arbeiten, besonders diejenigen des Schweizers Robert Buser, in eine große Anzahl elementarer Arten zerlegt worden, die sich in allen einzelnen, oft noch so unbedeutenden Abänderungen als sehr samenbeständig erwiesen haben, also nicht ineinander übergehen. In neueren botanischen Werken werden diese elementaren Arten häufig schon aufgeführt.*)

Um diese eigentümlichen Pflänzchen an einem ihrer bevorzugten Standorte aufzusuchen, bestieg Prof. Strasburger unter der Führung Busers den 1304 Meter hohen Grand Salève bei Genf, dessen obere Weideflächen und Abhänge von nicht weniger als 31 Arten der Gattung Alchemilla bewohnt werden. Obwohl bunt zwischeneinander stehend, vermischen sich die Arten nicht, sondern jede behält ihren Charakter auch in den nachfolgenden Generationen, was durch Kulturversuche zur Genüge nachgewiesen ist.

Der Anblick dieser vielen Arten erhebt die Vermutung, daß auch die Gattung Alchemilla eine Mutationsperiode durchgemacht hat, fast zur Gewißheit. Den Lesern der vorigen Jahrgänge wird erinnerlich sein, daß Prof. de Vries in Holland an einer aus Amerika stammenden Nachtkerze Oenothera Lamarckiana die Entdeckung plötzlicher, vielfacher und beständiger Abänderungen an Blättern, Blüten, Früchten und anderen Teilen machte; diese Abänderungen waren nicht schwankend, wie sie sich häufig bei verschiedenen Individuen derselben Art zeigen, sondern blieben dauernd oder konstant bei den Nachkommen, führten also zur Bildung neuer, elementarer Nachtkerzenarten. De Vries bezeichnete diese unvermittelten, sprungartig entstandenen Neubildungen als Mutationen und schrieb der Nachtkerze eine Mutationsperiode zu. Solche Mutationen sind nach ihm der Hauptweg zur Entstehung neuer Arten. Durch natürliche Zuchtwahl wird im Laufe der Zeit ein Teil der Zwischenglieder, die ungünstiger ausgestatteten Mutanten, beseitigt, und nun erst drängt sich die Trennung der Formen dem Systematiker, dem die Arten unterscheidenden Gelehrten auf.

Auch aus der Artenfülle einiger anderer Gattungen, zum Beispiel des Frühlings-Hungerblümchens (Draba verna Lamarckiana) mit gegen 200 elementaren Arten, muß man schließen, daß sie ähnliche Mutationsperioden durchmachten. Letzteres ist auch für die formenreiche Gattung Alchemilla anzunehmen. Der fast lückenlose Bestand ihrer zahlreichen, so nah verwandten Arten spricht dafür, daß sie die Mutationsperiode erst vor kurzem überstanden hat. Prof. Strasburger fand, daß mehrere verschiedene Arten oft in nächster Nähe beieinander unter völlig übereinstimmenden Bedingungen wuchsen. Der Einfluß der Umgebung war es also sichtlich nicht, der ihre Verschiedenheit hervorgebracht hatte.

Man sollte nun meinen, daß die Alchemillen für ihre Bestäubung auf die Vermittlung der Insekten angewiesen seien; denn der gelbe Ring am Innensaum der Kelchröhre ist augenscheinlich ein Nektarium. Doch eine stärkere Lupe reicht schon hin, den Nachweis zu führen, daß in diesen Blüten der Nektarring keinen Honig absondert. Seine Oberfläche sieht trocken und wie aus Wachs geformt aus. Zugleich fällt noch eine andere ungewöhnliche Erscheinung auf: die Staubbeutel der Antheren haben sich in keiner Blüte, auch der ältesten nicht, geöffnet, sondern erscheinen verschrumpft und mißfarbig. Und in der Tat hat schon vor einigen Jahren ein schwedischer Botaniker festgestellt, daß der Blütenstaub aller zur vielgestaltigen Sektion Eualchemilla gehörenden Arten verbildet, also unfähig zu befruchten sei. Dennoch setzen die Pflänzchen Samen an, der von älteren Stöcken sich reichlich sammeln läßt. Sät man diese Samen aus, so keimen sie und bilden Nachkommen, welche die Merkmale des Stockes, von dem sie stammen, zäh festhalten. Wir haben hier also wiederum einen Fall der Samenbildung ohne Befruchtung, der Parthenogenese oder, wie Prof. Strasburger will, der Apogamie, vor uns, eine sehr feine und nicht ohne Widerspruch gebliebene Unterscheidung, für welche wir auf die Abhandlungen selbst verweisen müssen.

Die Alchemillen müssen vor nicht zu langer Zeit erst um ihr Geschlecht gekommen sein. Dafür spricht der Umstand, daß sie noch zur Anlage von Blütenstaub schreiten, der aber nicht mehr brauchbar wird, und daß sie einen Nektarring bilden, obwohl sie seiner nicht mehr bedürfen. Daß die Parthenogenesis oder Apogamie bei den Alchemillen noch nicht alt ist, läßt sich auch aus dem Umstande schließen, daß einige ihrer Arten noch in dem normalgeschlechtlichen Zustande fortbestehen. Prof. Strasburger bekam solche Arten aus den höchsten Regionen der Alpen zu Gesicht; einige wenige Bewohner der Schneegrenze vermochten aus dieser Gattung, sich bis jetzt in ihrem Geschlechtsleben noch unverändert zu erhalten. Ihr Pollen ist normal, er wird aus den Staubbeuteln entleert, man findet ihn schlauchbildend auf den Narben und kann bei eingehender Untersuchung feststellen, daß auch die Eichen auf die Befruchtung eingerichtet sind. Überdies bilden diese Arten stellenweise Bastarde miteinander.

Gerade diese letzte Beobachtung läßt uns vermuten, welchen Wert der Verlust der geschlechtlichen Fortpflanzungsweise für die durch Mutation entstandenen Arten haben mag. Da die verschiedenen Mutanten stellenweise vermischt wachsen, so wäre es bei der Ausbildung normalen Blütenstaubes und normaler Samenknospen oder Eichen möglich, daß mit Hilfe der Insektenbestäubung Vermischung der soeben entstandenen Arten und vielfache Bastardbildung zu stande käme. Das würde den Zweck der Mutation stören, vielleicht die dauernde Neuartbildung untergraben, wäre also schädlich. Die Mutanten verzichten also auf geschlechtliche Fortpflanzung, und es wäre nur interessant zu erfahren, ob

*) Ascherson und Gräbner, Synopsis der mitteleurop. Flora, Bd. VI, 1.

sie die verlorene Fähigkeit späterhin, nach völliger Befestigung der Rassen und Ausrottung der Zwischenglieder, wiedererlangen.

Eine ebenso eigentümliche, hochinteressante Stellung hinsichtlich ihrer Fortpflanzung nehmen gewisse Gattungen der Korb- oder Vereinsblütler (Kompositen) ein, namentlich der Löwenzahn (Taraxacum) und viele Habichtskräuter (Hieracium-Arten).

Vom Löwenzahn hat C. Raunkiaer*) in Dänemark acht verschiedene Arten entdeckt, von denen die gemeinste, Taraxacum vulgare, überall, namentlich aber auf kultivierten Feldern wächst, während die übrigen teils weitverbreitet, teils auf besondere Standorte beschränkt sind. Durch Prüfung an 14.000 Exemplaren wurden die Lebensbedingungen dieser Arten festgestellt und als wichtigstes Ergebnis der Untersuchung stellte sich heraus, daß der Löwenzahn ohne Befruchtung Früchte ausbildet.

Schon 1898 hatte Ostenfeld unter den zwitterigen Pflanzen des gemeinen Löwenzahns weibliche Stöcke beobachtet und für den Sumpf-Löwenzahn das Fehlen männlicher oder zwitteriger Exemplare festgestellt, so daß letzterer apogam (parthenogenetisch) sein mußte. Raunkiaer kreuzte nun ein weibliches Exemplar des gemeinen Taraxakum mit einer Waldform (Taraxacum Gelertii), in der Hoffnung, eine Zwischen- oder Mischform beider zu erhalten (das Taraxacum intermedium). Der Erfolg war reichliche Fruchtbildung, aber die aus den Früchten hervorgehenden blühenden Sprößlinge bestanden nur aus weiblichen Pflanzen, die der Mutterpflanze völlig glichen und keine Spur von Ähnlichkeit mit Taraxacum Gelertii zeigten. Dieses unerwartete Ergebnis veranlaßte ihn, weibliche Pflanzen des gemeinen Löwenzahns so aufzustellen, daß eine Befruchtung von außen nicht stattfinden konnte. Nichtsdestoweniger brachten sie viele völlig normale Früchte, aus denen eine neue, rein weibliche, keinen Pollen erzeugende Generation hervorging. Mithin bilden diese weiblichen Pflanzen eine besondere Spezies, die ohne Befruchtung Früchte bringt; Raunkiaer nannte sie als Art Taraxacum Ostenfeldii. Sie bevorzugt gleich dem gemeinen Löwenzahn zwar kultivierte Felder und mäßig feuchte Wiesen, kommt aber auch an sonnigen Waldplätzen vor.

Um ganz sicherzugehen, nahm unser Forscher nun noch den schon im vorigen Jahrbuche (III. S. 180) kurz erwähnten Versuch vor: er schnitt mit einem Rasiermesser die obere Hälfte der noch nicht geöffneten Blütenköpfe ab und entfernte damit den größeren Teil der Blumenkronen, die Antheren (Staubbeutel) und die Narben. Obwohl also eine Befruchtung mit Sicherheit ausgeschlossen war, entwickelten sich die Fruchtanlagen zu reifen Früchten, die sich von normalen nur durch den kurzgeschnittenen Federkelch unterschieden. Damit ist zweifellos festgestellt, daß die erwähnten beiden weiblichen Arten (Taraxacum Ostenfeldii und paludosum) ohne vorausgegangene Befruchtung Samen erzeugen.

*) Referat in Naturw. Rundsch., 20. Jahrg. (1905), Nr. 1.

Nun ging Raunkiaer zu Versuchen mit zwitterigen Löwenzahnarten über. Indem er in der oben geschilderten Weise den oberen Teil der Blüten wegschnitt, erhielt er auch hier reichlich vollentwickelte Früchte, ein Beweis, daß auch die zwitterigen Formen, obwohl sie Pollen erzeugen, Früchte ohne Befruchtung hervorzubringen vermögen. Das wurde nicht nur für drei einheimische Arten (Taraxacum vulgare, Gelertii und intermedium), sondern auch für eine südeuropäische und eine aus Zentralasien (Pamir) stammende Spezies festgestellt.

Da schon vor einem Jahrzehnt bei Taraxacum officinale die Entwicklung des Embryos aus der Eizelle beobachtet worden ist, so hält Raunkiaer die von ihm beobachteten Fälle für echte Parthenogenese.

In derselben Weise ausgeführte Verschneidungen an Blütenköpfchen des Habichtskrautes (Hieracium Pilosella) brachten kein Ergebnis, und zwar, wie sich bei näherer Untersuchung herausstellte, aus einem sehr einfachen Grunde. Es zeigte sich nämlich, daß in den Früchten des gemeinen Habichtskrautes selbst unter normalen Verhältnissen überhaupt keine Embryoentwicklung stattfand; diese Pflanzen hatten also die geschlechtliche wie die parthenogenetische Fortpflanzung aufgegeben und sind zur rein vegetativen, durch Sprosse bewirkten Vermehrung geschritten. Wie Ostenfeld 1904 feststellte, ist die Unfruchtbarkeit bei Hieracium Pilosella und auch bei mehreren anderen Zichorienartigen (Cichoriceen) gar kein seltener Fall.

Bei anderen Habichtskrautarten ergab dagegen die Verschneidung der Blütenköpfe reichliche, gut keimende Samen. Auch gelang es, im Botanischen Garten zu Kopenhagen zwei weibliche Hieraciumarten zu entdecken, die anscheinend aus der Gegend von Galizien stammen und das an zwitterigen Habichtskräutern gewonnene Ergebnis bestätigten. Es ist wahrscheinlich, daß alle Arten Korbblütler aus den Gruppen der Pilosellen und Archieracien ohne Befruchtung Samen bilden können.

Es war den beiden dänischen Botanikern schon früher nicht geglückt, auf den Narben dieser Habichtskräuter keimende Pollenkörnchen zu finden; auch im Wasser konnten gesammelte Pollenkörner nicht zum Keimen gebracht werden, eine schon von anderen Forschern gemachte Beobachtung. Nun glaubt man gerade bei den Habichtskräutern, besonders bei den Verwandten von Pilosella, zahlreiche Bastarde zwischen verschiedenen Arten festgestellt zu haben; die Bastardbildung aber wäre gar nicht möglich, wenn es sich erweisen sollte, daß die Pollenkörner dieser Arten niemals keimen. Es würde sich dann bei den vermeintlichen Bastarden um selbständige Arten handeln und wir hätten in der Gattung Hieracium ein großartiges Beispiel einer in vollem Zuge befindlichen Artenbildung, einer Mutation im Sinne de Vries'. Doch sind zur Lösung dieser Frage fernere Versuche erforderlich.

Als weiteres Beispiel einer Pflanze, die bisweilen ohne ersichtlichen Grund zur Bildung von keimfähigen Samen auf ungeschlechtlichem Wege schreitet, ist die schönblättrige, hie und da als Laubenbekleidung verwendete Zaunrübe (Bryonia

alba) anzuführen. Sie gehört zu den zweihäusigen Pflanzen, welche auf einem Stocke nur Fruchtblüten oder nur Pollenblüten tragen, bedarf also zur Kreuzung und Befruchtung der Insektenvermittlung. Dennoch sind auch hier unter Verhütung jeglicher Bestäubung auf parthenogenetischem Wege mehrfach reife Beeren mit keimfähigen Samen erzielt. Merkwürdigerweise waren neun Pflanzen, die G. Bitter 1904 aus solchen Samen erhielt, sämtlich männlich.

Auch hier, bei Bryonia, liegt der Verdacht einer Mutationsperiode nahe. Es zeigte sich an weiblichen Pflanzen, die wahrscheinlich alle von einigen im Botanischen Garten zu Münster in Westfalen wachsenden Exemplaren stammten, daß die Blattgestalten teilweise so verschieden sind wie sonst nur bei verwandten Arten, und auch hinsichtlich der Größe, Form und Farbe der Blütenorgane fanden sich sehr bemerkenswerte Unterschiede.*)

An einem im indisch-malaiischen Florengebiete sehr verbreiteten Strauche, Wikstroemia indica, beobachtete H. Winkler reichlichen Fruchtansatz trotz nahezu völligen Fehlschlagens des Blütenstaubes. Der anscheinend normale Pollen keimte weder in Kulturlösungen noch auf der Narbe. Wir stehen also mit der Parthenogenesis und der zum Teil damit verbundenen Mutation vor Erscheinungen, die anscheinend viel häufiger und verbreiteter sind, als man noch vor kurzem annahm. Hält man dazu eine Anzahl anderer, auf gewissen Fortschritt deutender Erscheinungen, darunter den ungeheuren Aufschwung, den seit rund hundert Jahren die menschliche Kultur in Kunst, Wissenschaft, Technik und Unternehmungsgeist gezeigt hat, so ist man versucht anzunehmen, daß nicht nur die Pflanzenwelt, sondern das gesamte organische Leben des Erdballs infolge uns noch unbekannter tellurischer oder kosmischer Einflüsse eine höhere Stufe zu erklimmen im Begriffe sei.

*) Botan. Zeitg., 63. Jahrg. II. Abt., Nr. 3; Abhandl. herausgeg. vom Naturw. Vereine zu Bremen, Bd. 18, Heft 1, 1905.

In Wald und Wiese.

Bei einer großen Anzahl von Wesen wird allerdings die Entwicklung der ihnen innewohnenden Fähigkeiten und die Erreichung einer höheren Stufe der Vollkommenheit verhindert, verhindert durch den Menschen, der diese Wesen in seinen Dienst gezwungen und ihrer Entwicklung ganz bestimmte Bahnen vorgeschrieben hat. Schauen wir uns zum Beispiel einen Wald von heute an und vergleichen ihn mit dem Bilde, das uns frühere Schilderungen von den alten Urwäldern entwerfen! Hier Fülle des Lebens, Reichtum der Gestalten, Urwüchsigkeit, Originalität der Formen, wilder Kampf aller gegen alle, aber auch prachtvolle Reckengestalten unter den Siegern; dort, im Forst, öde Langeweile, überschlanke, wipfelarme Stämme von gleicher Höhe und Dicke, in denen der Charakter der Bäume nicht mehr zum Ausdruck kommt, selbst wenn sie das höchste Alter erreichen. Und kommt einmal ein Waldbaum zur Entfaltung seiner Individualität, so wird er zwar in Büchern ob seiner Schönheit und seines Alters gepriesen — darf glücklicherweise jetzt auch nicht ohne hohe behördliche Erlaubnis geschlagen werden — sieht sich als Seltenheit in den „Forstbotanischen Merkbüchern" verzeichnet; aber der Forstmann betrachtet ihn scheelen Blickes. Je malerischer sein Wuchs, je zerklüfteter sein Stamm, desto geringer dereinst sein Nutzwert. Und unter derselben Kulturbedingtheit leiden die Gewächse der Wiese.

Dennoch führen sie ihr Dasein in möglichster Anpassung an die veränderten Existenzbedingungen, und als Zeichen für die Unverwüstlichkeit des inneren Lebenstriebes und die Schmiegsamkeit der pflanzlichen Natur sind uns auch diese Anpassungen interessant und lehrreich. Betrachten wir im folgenden einige der neuerdings entdeckten!

Über die mechanische Zweckmäßigkeit im Bau der Äste unserer Nadelhölzer berichtet Dr. P. Sonntag.*) Beim Durchschneiden der Äste von Fichten, Tannen, Kiefern und anderen Koniferen kann man bemerken, daß das Holz der Ober- und Unterseite in mehrfacher Weise verschieden ist. Die Unterseite ist stark rot gefärbt, eine Färbung, die beim Trocknen oft undeutlich wird, aber durch Anfeuchten wieder hervorgerufen werden kann. Dieses Rotholz läßt sich bedeutend schlechter und schwerer schneiden als das ungefärbte Weißholz, es wird von den Holzarbeitern als „nagelhart" bezeichnet, da es fast unmöglich ist, einen Nagel hineinzutreiben. Am Stamme tritt dieses Rotholz nur unter besonderen Umständen auf, namentlich bei schiefstehenden Stämmen, wo es auf der Unterseite, und bei ständig einer Windrichtung ausgesetzten, wo es auf der Leeseite (der dem Winde abgewandten Seite) zu finden ist.

Ein ständiges Merkmal im anatomischen Bau des Rotholzes ist eine eigentümliche Spiralstreifung der inneren Schicht der Zellwände, hervorgerufen durch feine Spalten, welche die dicke Membranschicht der Zelle durchziehen und in Spiralbänder zerlegen. Auch die mechanischen Eigenschaften beider Holzarten sind verschieden, indem das Elastizitätsmodul des Weißholzes etwa doppelt so groß wie das des Rotholzes ist.

Dr. Sonntag prüfte nun, ob sich für die Tatsache, daß am Aste das Weißholz stets oben, das Rotholz unten gebildet wird, Gründe der Zweckmäßigkeit finden lassen. Da zeigte sich denn, daß ein Ast in natürlicher Lage, das Weißholz oben, bei gleicher Belastung weniger umgebogen wurde als in umgekehrter Lage. Ein 360 Millimeter langes Aststück zum Beispiel senkte sich in Normalstellung bei 0·5 Kilogramm Belastung am Astende um 99 Millimeter, bei umgekehrter Lage dagegen um 122 Millimeter. In letzterem Falle kehrte es überdies nicht ganz in die Anfangslage zurück, es trat eine dauernde Durchbiegung ein, die Elastizitätsgrenze war überschritten.

Bei weiteren Versuchen zeigte sich, daß einerseits das Weißholz dem Zerreißen einen mehr als doppelt so starken Widerstand wie das Rotholz leistete, also sehr zugfest war, während anderseits das

*) Jahrbücher für wissensch. Botanik. Bd. 39 (1904). S. 71—105; Schriften der naturf. Gesellsch. in Danzig, Bd. 11, Heft 1 und 2.

Rotholz druckfester als das Weißholz gebaut war. Man kann demnach die Äste mit wagerechten Trägern vergleichen, deren eines Ende eingemauert ist. Wenn solch ein Träger, zum Beispiel der Arm eines Hebekrans, in Tätigkeit gesetzt wird, so wird die Oberseite gedehnt, muß also zugfest gebaut sein, während die Unterseite zusammengedrückt wird, also druckfest sein muß; die Mittelzone hat weder Zug noch Druck auszuhalten, sondern wird nur gebogen.

Genau nach diesem mechanischen Prinzip zeigen sich die Äste der Koniferen gebaut: oben das sehr zugfeste Weißholz, unten das oft halbmondförmig von ihm umfaßte Rotholz. Die Pflanze konstruiert genau wie der Ingenieur, was auch darin zum Ausdruck kommt, daß die Äste meist „brettartig", das heißt mit größeren vertikalem als horizontalem Durchmesser, gebaut sind. Dieser Bau, vielleicht schon dadurch wichtig, daß die Nadelmassen zumeist an den Enden der Äste sitzen, zeigt seine ganze Zweckmäßigkeit erst im Winter bei Schneebelastung der Koniferen. Diese Schneebelastung richtet in Nadelwäldern schon so bisweilen ungeheuren Schaden durch Astbruch an; wie viel mehr würde sie die Bäume schädigen, wenn sie nicht die Fähigkeit besäßen, die Äste ohne Bruch um ein gewisses Maß herabzubiegen, wodurch das Abrutschen des Schnees erleichtert wird.

In Kiefern-, Tannen- und Rotbuchenbeständen hat A. Cieslar*) Untersuchungen über die Rolle des Lichtes im Walde angestellt. Der Forst, selbst wenn er stark gelichtet ist, hält in seinen Kronen die chemisch wirksamen Lichtstrahlen in überraschend großer Menge zurück. Von den Kronen eines gelichteten Schwarzföhrenbestandes wurden rund 60 Prozent, von denen eines ebensolchen Tannenbestandes etwa 80 und von den Wipfeln eines gelichteten belaubten Rotbuchenbestandes 80 bis 90 Prozent dieser Strahlen zurückgehalten.

Darunter leidet natürlich die Bodenvegetation des Forstes. Frisch grünendes Leben sehen wir zum Beispiel im Buchenwalde nur zur Frühlingszeit, wenn die Buchenblätter noch in den Knospen stecken oder klein sind: da grünen und blühen die Anemonen, die Leberblümchen, der Milchstern, der Waldmeister und ihre Gefährten. Später, nach voller Laubentfaltung, zeigt der Boden zwischen dem trockenen Buchenlaub nur vereinzeltes Grün. Je mehr in einem Holzbestand gelichtet wird, desto mehr nimmt die Zahl der die Bodenvegetation bildenden Pflanzenarten und auch der Pflanzenindividuen zu. In einem Buchenbestande, der so weit gelichtet war, daß die durch die laublosen Kronen durchgelassenen chemisch wirksamen Strahlen mehr als 40 Prozent des Gesamtlichtes betrugen, vermehrte sich die Bodenflora so stark, daß sie die jungen Buchensämlinge erstickte und der natürlichen Verjüngung des Bestandes gefährlich wurde.

An der Bodenflora des Waldes nehmen die ausdauernden Gewächse den größten Anteil; sie umfassen 80 bis 96 Prozent aller Arten, während die Zahl der ein- und zweijährigen Spezies nur gering ist. Das sichert der einmal angesiedelten grünen Bodendecke in hohem Grade ihr Bestehen, um so mehr, als im Waldesschatten, also unter Verhältnissen, die für die geschlechtliche Fortpflanzung ungünstig sind, vielfach ein- und zweijährige Pflanzen sich in ausdauernde verwandeln.

*) Mitteil. aus d. forstl. Versuchswesen Österreichs, 1904, Heft 30.

Keine Beeinträchtigung durch den Waldesschatten erfahren die Pilze. Je dunkler, je feuchter, desto besser für die meisten. In einem hochinteressanten Werke macht Prof. Hans Molisch*) Mitteilungen über seine Entdeckungen an leuchtenden Pilzen. Nach seinen Untersuchungen ist das wohlbekannte Leuchten des Holzes und der Rinde bei Föhren, Fichten, Birken, Eichen und Buchen in den meisten Fällen wohl auf den bekannten Hallimasch (Agaricus melleus) zurückzuführen, dessen Hyphengewebe oder Myzelium zwischen Holz und Rinde dunkelbraune Stränge, die sogenannten Rhizomorphen, bildet. Man kann sich diese und damit den Anblick leuchtendes Holzes im Hause leicht verschaffen, wenn man bei einem Gange durch den Wald die im Boden steckenden Baumstümpfe ins Auge faßt. Trifft man einen, dessen Rinde sich leicht vom Holze trennen läßt, so legt man, auch wenn keine Pilzmyzelien an der Innenseite zu erkennen sind, Teile solcher Rinde oder Stammstücke zwischen feuchtes Moos oder Fließpapier, um die zarten Pilzfäden vor Austrocknung zu behüten. In der Nacht bei völligem Lichtabschluß breitet man die Stücke vor sich aus und wird nun gewiß, wenn das Auge nur hinlänglich ausgeruht ist, an einzelnen Teilen jenes Leuchten wahrnehmen, das in früheren Zeiten mannigfachem Aberglauben Nahrung gegeben hat.

Prof. Molisch gelang es, eine Reinkultur des Pilzes herzustellen und ihn auf nassem, durch gute Sterilisation von Schimmelpilzen freigehaltenem Brotbrei bis zur Bildung der Fruchtkörper, der Hallimaschhüte, zu züchten. An solchen Reinkulturen kann man beobachten, daß nicht der Hut und der Stiel des Pilzes, wohl aber das Myzelium, sobald es Rhizomorphen entwickelt hat, leuchtet, und zwar mehrere Monate hindurch.

Während Prof. Molisch seine Hallimaschkultur aus den Sporen des Pilzhutes zog, gelang es ihm, das Myzel eines anderen, in Eichenrinde lebenden Pilzes aus der Rinde selbst rein zu kultivieren. Zur Fruchtbildung war es nicht zu bringen, konnte also nicht botanisch bestimmt werden; seine Leuchtkraft aber hielt viele Monate an.

Leicht ist auch die Beobachtung des Leuchtens abgestorbener Blätter sowohl im finsteren Walde als zu Hause. In jedem Laubwalde findet man unter der oberen trockenen Schicht letztjähriger Blätter eine in Zersetzung übergehende ältere. Diese muß man sammeln, in einer feucht gehaltenen Schale aufbewahren und nachts beobachten. So wird man sich leicht überzeugen, daß in jedem Eichen- oder Buchenwalde ein großer Teil der abgefallenen Blätter leuchtet. Den dieses Leuchten bedingenden Organismus zu züchten, ist bisher nicht geglückt.

Nach Prof. Molisch' Ansicht beruht das Leuchten höchstwahrscheinlich darauf, daß die lebende

*) Leuchtende Pflanzen. Jena 1904.

Pilzzelle einen Stoff, das Photogen, erzeugt, das bei Anwesenheit von Wasser und freiem Sauerstoff zu leuchten vermag. Die Lichtentwicklung findet in der Zelle statt und das Photogen wird bei Lichtbakterien und höheren Pilzen nicht ausgeschieden. Einen Vorteil ziehen die Pilze und Bakterien aus ihrer Lichtentwicklung wahrscheinlich nicht.

Aus dem Schattendunkel des Waldes treten wir auf den bunten, sonnendurchglühten Wiesenplan; dort dämmernde Stille, nur selten von dem trägen Dahingaukeln eines Falters oder dem Gebrumme eines Käfers unterbrochen, hier, wie es im Liede heißt, Musik und Kirmes weit und breit und lauter Lust und Fröhlichkeit.

Leider muß Homo sapiens auch hier die Lust und Fröhlichkeit von Zeit zu Zeit arg trüben. Zwei- bis dreimal alljährlich säbelt dieser Störenfried die ganze Herrlichkeit bis auf die Wurzelstoppeln herunter und verwandelt den blumengeschmückten Plan in einen häßlichen Kahlkopf. So entstehen für die Wiesenpflanzen ganz eigenartige Lebensbedingungen, denen sie sich, wie Prof. Dr. R. v. Wettstein nachgewiesen hat, im Laufe der Zeiten in charakteristischer Weise angepaßt haben.*)

Nur darf man sich die Sache nicht so vorstellen, als hätte der Eingriff des Menschen die Anpassungen direkt hervorgerufen. In der unter menschlichem Einfluß stehenden Wiesenformation konnten nur solche Pflanzen gedeihen, die entweder jenen Lebensbedingungen von vornherein angepaßt waren oder aber, wenn sie aus anderen Formationen einwanderten, die der Wiese entsprechenden Eigentümlichkeiten annahmen.

Lassen wir den Lebenslauf einer Wiesenpflanze an uns vorüberziehen! Den Winter überdauert sie im Zustand der Vegetationsruhe, die oberirdischen vegetativen Organe der Pflanze sind fast ganz rückgebildet. Der sehr geringe Pflanzenwuchs der Wiesen zur Winterszeit bezeichnet die Periode des ersten Tiefstandes. Nun treiben die Wiesengewächse im Frühling mächtig aus, es kommt zum ersten Hochstande. Im Juni oder Anfang Juli wird dann gemäht und künstlich der zweite Tiefstand geschaffen. Allmählich wachsen die Geköpften wieder heran, es kommt zu einem zweiten Hochstande, der jedoch an Reichtum der Formen und Höhe der Einzelpflanzen hinter dem ersten zurückbleibt. Die zweite Mahd schafft dann den dritten Tiefstand. In besonders bevorzugten Gegenden kommt es dann noch zu einem dritten Hochstand und zu einer dritten Mahd, an deren Stelle auch das Weiden des Viehes treten kann.

Sollen nun die Wiesenpflanzen dauernd erhalten bleiben, zur Fortpflanzung und Vermehrung kommen, so müssen sie sich diesen abnormen Verhältnissen anpassen; denn es ist klar, daß zum Beispiel eine einjährige Pflanze, die während des zweiten Tiefstandes auf verlängerter Achse blühen und fruchten müßte, auf einer solchen Wiese undenkbar wäre. Die erste Mahd würde sie ausrotten. Prof. v. Wettstein unterscheidet in bezug auf Anpassung vier Pflanzentypen auf der Wiese.

*) Vortrag im Vereine zur Verbreit. naturwiss. Kenntnisse in Wien. Jahrb. des Vereines 1904. Referat Naturw. Wochenschr. III, Nr. 52.

Zum ersten Typus gehören jene Pflanzen, die mit niedrigen ober- und unterirdischen Organen (Wurzelstöcken, Ausläufern) ausdauern und bei günstigen Verhältnissen mehrmals austreiben. Diese Pflanzen, zum Beispiel die Gräser, Schafgarbe, Thymian, sind noch am wenigsten angepaßt, was daraus hervorgeht, daß sie auch in anderen Formationen gedeihen.

Der zweite Typus unterscheidet sich vom ersten nur dadurch, daß die Pflanzen nur einmal verlängerte Sprosse treiben. Gegen die Mahd sind sie durch geringe Höhe geschützt, meist haben sie grundständige Blätter, die während der ganzen Vegetationszeit Nahrung aufnehmen (assimilieren). So findet man zum Beispiel im ersten Tiefstand der Wiese die stengellose Primel und das behaarte Veilchen (Primula acaulis, Viola hirta) in Blüte, während des folgenden ersten Hochstandes die beiden anderen Himmelsschlüsselchen (Primula elatior und officinalis), in der Zeit des zweiten Tiefstandes die Eberwurz (Carlina) und die Kratzdistel (Cirsium oleraceum, Wiesenkohl).

Den dritten Typ repräsentieren Pflanzen, die nur während einer Periode blühen und die ganze übrige Zeit unterirdisch verbringen. Dahin gehören die meisten Zwiebel- und Knollengewächse, die Knotenblume (Leucojum), die Bisamhyazinthe (Muscari racemosum), Zeitlose, Krokus und Alpenveilchen (Cyclamen).

Der vierte Typus endlich ist der anziehendste. Bei ihm kommt es zur Ausbildung paralleler Arten, von denen jede je einer Wiesenperiode, oder die eine einer Wiesenperiode, die andere den Existenzbedingungen an einem anderen Standorte entspricht. Eine Erscheinung, für die der Name Saisondimorphismus erfunden ist. Das schönste Beispiel dieser jahreszeitlichen Zweiformung bietet wohl die Gattung Augentrost (Euphrasia), die reich an sogenannten Halbschmarotzern ist. Im ersten Hochstand findet man blühende Euphrasien mit langen Stengelgliedern, wenig Blättern und schwacher Verzweigung. Zur Zeit des zweiten Tiefstandes wachsen solche mit kurzen Stengelgliedern, starker Beblätterung und Verzweigung. Im ersten Falle zeigt sich deutlich das Streben, möglichst rasch zur Entwicklung zu gelangen, so daß die erste Mahd gewöhnlich schon reife Früchte und Samen vorfindet.

Auch über die Schutzmittel der Wiesenpflanzen gegen Tierfraß äußert sich Prof. v. Wettstein. Die während des ersten Tief- und ersten Hochstandes blühenden bedürfen dieses Schutzes nicht, da im Frühling das Vieh nicht auf die Weide kommt. Anders die Herbstblüher, die entweder giftig oder dornig sind, wie die Herbstzeitlose und die Eberwurz (Carlina). Charakteristisch in dieser Hinsicht ist es, daß eine im Frühjahr blühende Hauhechel (Ononis foetens) dornenlos ist, die spätblühende dornige Hauhechel (Ononis spinosa) dagegen scharfe Dornen besitzt.

Zu den Verteidigungsmitteln mancher Wiesenpflanzen, besonders aber der Schutt- und Ackerflora, gehört der Milchsaft, über dessen Bedeutung Hans Kniep kürzlich eine Untersuchung angestellt

hat.*) Man nahm früher und nimmt teilweise auch jetzt noch an, daß die bei manchen Pflanzenfamilien zu den charakteristischen Merkmalen gehörenden Milchröhren Leitungsorgane von Nährstoffen oder Reservestoffbehälter sind. Diese Annahme hält Kniep nach seinen Untersuchungen weder für bewiesen noch für recht wahrscheinlich. Vielmehr scheint der außerordentlich große Gehalt des Milchsaftes an Stoffen, die für den Aufbau der Pflanze und den dazu dienenden Stoffwechsel bedeutungslos sind, durchaus dagegen zu sprechen.

Nach de Vries' Meinung dienen die Milchsäfte dem Wundschutz, indem sie die durch Tierfraß oder physikalische Ursachen hervorgebrachten Wunden schnell schließen und so die Ansiedlung schädlicher Pilzkeime hindern. Sie würden also ähnlich wie das Harz der Nadelbäume wirken (s. Jahrbuch III, S. 186). In anderen Fällen wird dieser Wundschutz durch Bildung von Wundkork oder Schwammgewebe (Kallus) erzielt. Versuche zeigten nun, daß verletzte Milchsaftpflanzen trotz des Ausfließens von Milchsaft, der ja auch vielfach gar nicht auf der Wunde gerinnt, sondern ganz abtropft, zur Bildung von Wundkork beziehungsweise Kallus schreiten; man sieht zum Beispiel an der verletzten Wurzel des Löwenzahns, daß die dicke eingetrocknete Milchsaftschicht von dem aus der Wunde hervorwuchernden Kallusgewebe abgehoben wird. Der Milchsaft verhindert diese Art der Wundheilung nicht, kann also kaum als Ersatz dafür betrachtet werden. Immerhin mag er aber, da die Bildung von Kallus und Wundkork stets einige Zeit erfordert, provisorisch mit seinen reichlichen Harz- und Gummistoffen den ersten Schutz der Wunde übernehmen.

Damit ist jedoch seine Bedeutung für die Pflanze nicht erschöpft. Nicht sowohl Wunden zu heilen als vielmehr Verwundungen überhaupt zu verhüten, ist der Beruf des Milchsaftes. Kniep befreite durch wiederholtes Anzapfen eine Anzahl Pflanzen verschiedener Wolfsmilcharten völlig von ihrem Milchsaft. Sie wurden sofort des Nachts von Schnecken, besonders von der allesfressenden Nacktschnecke Limax agrestis fast mit Stumpf und Stiel verzehrt. Milchsaftfrei gemachte Blattstücke einer großen Anzahl einheimischer Pflanzen, zum Beispiel von Giftlattich, Salat, Saudistel, Löwenzahn, Endivie, Habichtskraut, Bocksbart, Mohn, Schöllkraut und anderen, wurden zugleich mit milchsafthaltigen Stücken den Schnecken dargeboten und gefressen, während die letzteren unberührt blieben. Stärkekleister wurde teils rein, teils mit einigen Tropfen Milchsaft verrieben auf kleinen Schälchen den gierigen Nacktschnecken und auch einigen Gehäuseschnecken (Helixarten) dargeboten. Der unvermischte Kleister wurde bis auf den letzten Rest verzehrt, der andere kaum angerührt.

Durch ähnliche Versuche hat Kniep es wahrscheinlich gemacht, daß auch den mit Milchsaft ausgestatteten Pilzarten (Gattung Lactarius) in diesem Safte ein vorzügliches Verteidigungsmittel gegen die gefräßigen Schnecken zu Gebote steht. Aus allen Versuchen ging mit Sicherheit hervor, daß das Vorhandensein des Milchsaftes in den damit versehenen Pflanzen eine ausschlaggebende Existenzbedingung ist. Schnecken sind ja überdies nicht die einzigen Schädiger, die durch den Milchsaft von den Pflanzen ferngehalten werden. Von den Kautschukbäumen zum Beispiel hält dieser Saft auch Würmer, Bohrkäfer und andere Schädlinge ab; sie dringen erst in die Stämme ein, wenn das Holz durch die zur Kautschukgewinnung nötigen Verletzungen bloßgelegt ist. Der hohe Druck oder Turgor in den Milchröhren, der bei der geringsten Verletzung sofortiges Ausspritzen des Saftes zur Folge hat, begünstigt die Verteidigung gleichfalls.

Mit alledem soll, wie Kniep ausdrücklich hervorhebt, nicht geleugnet werden, daß der Milchsaft den Pflanzen auch andere Dienste leistet; doch scheint seine Hauptfunktion der Pflanzenschutz zu sein.

Werfen wir im Vorübergehen einen Blick auf einige Nachbarn der Wiese! Da ist das Ohrlöffel-Leimkraut (Silene Otites), von August Schulz kürzlich als eine der nachtblütigen Gewächse unserer Flora entdeckt.*) Die in Mitteldeutschland zweihäusige Pflanze entfaltet tagsüber gar keine die Insekten anlockenden Reize. An heiteren, warmen windstillen Abenden fand sich jedoch, daß die Blüten stark, aromatisch süß nach einer Mischung von Nelken- und Holunderduft rochen, reichlicher als bei Tage Honig absonderten und von der Gamma-Eule nebst zahlreichen anderen Eulen und Kleinschmetterlingen besucht wurden. Dieser Besuch währte von 7 bis 8 Uhr abends an mehrere Stunden.

Zu den Pflanzen, deren Blüteneinrichtungen am sichersten funktionieren, um unerwünschte Besucher vom Genusse des Nektars und des Blütenstaubes auszuschließen und Fremdbestäubung zu erzielen, gehören die Schmetterlingsblütler oder Papilionazeen. Da gibt es eine Griffelbürsteneinrichtung, eine Explosionsvorrichtung, eine Klappvorrichtung und sogar eine Art Nudelspritze, um den besuchenden Insekten, meist größeren oder kleineren Bienenarten, den Pollen aufzuladen und sie für die Blüte, der ihr nächster Besuch gilt, zum Postillon d'amour zu machen. Tropische Papilionazeen spannen zu diesem Zwecke sogar einige Vogelgattungen durch besondere Einrichtungen in ihren Dienst.

Bei dieser fast raffinierten Einrichtung der Blüten ist es auffallend, daß dennoch in den meisten Fällen die Geschlechtsorgane eine derartige Lage zueinander haben, daß Selbstbestäubung, auch freiwillige Selbstbestäubung, nicht ausgeschlossen, öfters sogar unvermeidlich erscheint. Für manche Fälle ist allerdings festgestellt, daß die Narbe des Griffels, selbst wenn sie an der Spitze des Schiffchens vom Pollen der Blüte dicht umgeben wird, entweder vor direkter Berührung mit ihm geschützt ist oder ihre völlige Reife erst erlangt, nachdem durch wiederholten Insektenbesuch der Pollen entfernt ist. Daneben aber findet bei zahlreichen Arten trotz der

*) Flora, Bd. 94 (1905), Heft 1 u. 2.

*) Beihefte zum Bot. Zentralblatt, Bd. 18 (1905), Heft 3.

Blüteneinrichtung, die deutlich auf Herbeiführung von Fremdbestäubung abzielt, tatsächlich spontane Selbstbestäubung statt, und dieser Umstand hat Prof. O. Kirchner veranlaßt zu untersuchen, inwieweit in den Blüten der Papilionazeen Selbstbestäubung eintritt und besonders ob diese Bestäubungsart auch die Hervorbringung von Samen zur Folge hat. *)

Vier Jahre lang wurden in den Gärten des botanischen Instituts zu Hohenheim (Württemberg) zahlreiche Versuche an den bei uns vorkommenden oder kultivierbaren Schmetterlingsblütlern vorgenommen, mit dem Ergebnis, daß unter 95 Arten etwa zwei Drittel bei spontaner, das heißt ohne Hilfe erfolgender Selbstbestäubung Samen hervorbrachten. Ein Zusammenhang zwischen der natürlichen Verwandtschaft der Arten und der Selbstbefruchtung besteht ebensowenig wie zwischen letzterer und dem Vorhandensein oder dem Fehlen des Nektars. Von 19 nektarlosen Arten können 10 sich selbst befruchten, 8 nicht, während eine, der Wundklee, sich schwankend verhält; von 74 nektarhaltigen Arten sind 36 selbstfertil **), 37 selbststeril, eine, der Hopfenklee, nach seinen Formen getrennt, beides. Auch die Augenfälligkeit der Blüten, die auf Größe und Farbe der Einzelblüten oder der Blütenstände beruht, scheint in bezug auf die Selbstbefruchtung von geringem Einfluß; denn von 77 Arten mit auffallenden Blüten oder Blütenständen sind 31 selbstfertil, 43 selbststeril, 3 schwankend oder zweifelhaft.

Und doch besteht ein ziemlich durchgängig zutreffender Zusammenhang zwischen der Selbstbefruchtung und einer anderen Lebenseinrichtung der Schmetterlingsblütler, und sie aufgedeckt zu haben, ist Kirchners Verdienst: diejenigen Arten, die es nur einmal während ihrer Lebensdauer zur Blüte bringen, bei denen also die Fortpflanzung durch Samen der einzige Weg zur Erneuerung im nächsten Jahre ist, sie haben sich die Möglichkeit der Samenbildung durch Selbstbestäubung (Autogamie) gewahrt, während die im nächsten Jahre wieder ausschlagenden (redivіven) Arten darauf verzichten. Unter den 51 einmal zur Blüte kommenden (hapaxanthen) befinden sich 45 selbstfertile (mit eigenem Pollen fruchtbare) und nur fünf selbststerile nebst einer zweifelhaften Art. Von den 44 mehrmals zum Blühen schreitenden (redivіven) sind dagegen 40 völlig auf Fremdbestäubung angewiesen, nur zwei selbstfertil; eine Art, der Wundklee, ist beides und eine Art zweifelhaft. Die Ausnahmen von der Regel zeigen, daß für die Wirkung der Selbstbestäubung auch noch andere Faktoren als die Lebensdauer der Pflanze bestimmend sein können.

Im allgemeinen also gilt bei den Schmetterlingsblütlern die Regel, daß hapaxanthe Arten (Einmalblüher) selbstfertil, redivive Arten aber selbsteril sind. Ob sich andere Pflanzenfamilien dementsprechend verhalten, läßt sich vor vornherein nicht sagen. Doch ist es, wie Prof. Kirchner zum Schlusse hervorhebt, bemerkenswert, daß in Darwins Liste der Pflanzen, die bei Insektenabschluß mehr oder weniger unfruchtbar sind, sich — unter Ausschluß der Papilionazeen und zweifelhafter Arten — 40 redivive Arten gegenüber sieben Einmalblühern finden. Umgekehrt stehen in der Liste von Pflanzen, die bei Insektenabschluß mehr oder minder fruchtbar sind, bei derselben Berechnungsweise 37 hapaxanthe Arten gegen nur vier redivive. Eine gewisse Folgerichtigkeit ist der Natur hier also nicht abzusprechen.

Als schlagende Beweisprobe der obigen Regel kann der schon erwähnte Hopfenklee (Medicago lupulina) gelten, der in zwei Formen vorkommt. In der Regel ist er einjährig und blüht nur einmal; bisweilen dauert er aus und erwacht im folgenden Jahre zu neuem Leben. Kirchner stellte nun an sicher einjährigen Pflanzen fest, daß die einmal blühende Form reichlichen Fruchtansatz zeigte, gleichgültig, ob die Blütenstände dem Insektenbesuch preisgegeben wurden oder unter peinlichem Verschluß, in Gazenetzen isoliert, gehalten waren. Bei der ausdauernden Form aber setzte unter 129 Blütenständen, die in Netze eingeschlossen waren, kein einziger eine Hülse an.

Zum Schlusse dieses Abschnittes sei noch einer eigenartigen Erscheinung an der häufig auf Wiesen und Triften wild wachsenden Möhre (Daucus Carota) gedacht, nämlich ihrer sogenannten Mohrenblüten. Diese schwärzlichen Blüten, welche die Möhrendolde etwas überragen, sich sehr lange frisch halten und wie die anderen in der Dolde befindlichen fruchtbar sind, haben verschiedene Deutung erfahren. Während Kronfeld sie als vererbte Gallenbildungen auffaßte, sieht Hansgirg darin Anlockungsmittel für Aasfliegen, welche als Vermittler der Bestäubung dienen. Neuerdings beobachtete Prof. Stahl in der Schweiz, daß Alpenziegen diejenigen Dolden, von denen die Mohrenblüte entfernt worden war, gern verzehren, die unversehrten dagegen verschmähen. Das läßt eine dritte Deutung zu, nämlich die, daß jene seltsamen Blüten die von den Weidetieren sonst gern gefressene Möhre durch Nachahmung eines stechenden Insektes vor den Angriffen größerer Tiere schützen. Die Erscheinung wäre weiterer Nachforschung wert.

So gibt es also auf der Wiese und in ihrer Umgebung genug des Sehens- und Erforschenswerten, und manches ungelöste Problem schwebt auf den Schwingen des warmen Sommerhauchs über den duftenden Gräsern und Blüten. Wir aber suchen jetzt, des flimmernden Sonnenlichtes müde, den Schatten eines jener Baumalten zu gewinnen, die sich merkwürdigerweise weit häufiger inmitten oder am Rande von Feld und Wiese oder im Bezirke des Dorfes erhalten haben als im Walde, wo doch eigentlich ihre Heimat ist. Mit ihnen wollen wir ein wenig plaudern.

Baumriesen und Baumgreise.

Im Schatten so eines gewaltigen Baumriesen, zum Beispiel der wunderschön gewachsenen Florentinen-Eiche bei Straupitz, eines der größten und schönsten Bäume des Spreewaldes, liegend, träumen wir in entlegene Zeiten zurück. Schon der Klang „tausendjährige Eiche" ruft in uns die Bilder der alten jagenden und streitenden, selbst wie

*) Naturw. Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft, 3. Jahrg. (1905), Heft 1—3.

**) fertil = fruchtbar; steril = unfruchtbar.

Eichenrecken durchs Dasein schreitenden Helden der Vorzeit herauf. Aber mit dieser Tausendjährigkeit ist es eine eigene Sache; sie ist ein Euphemismus, der vor dem kritischen Gewissen des Forschers keine Gnade findet. Diese prachtvoll gewachsene, vollwipflige, durch und durch kernhafte Eiche ist keine tausend, ist vielleicht kaum fünfhundert Jahre alt. Ihr Umfang beträgt 1 Meter, über dem Boden 8·5 Meter, ihr Durchmesser also 2·7 Meter. Die wenig über dem Boden beginnende Krone und die im Vergleich zum Kronendurchmesser geringe Höhe erzählen uns, daß sie nicht etwa vor einem Jahrtausend im Schatten des Urwaldes aufgewachsen ist, sondern sich im freien Stande und dem Vollgenuß von Luft, Licht und Wasser hat entfalten können. Das erklärt ihre gewaltigen Maße bei völliger Unversehrtheit des Stammes und widerlegt zugleich die tausend Jahre.

Stellen wir diesem Eichenriesen einen Eichengreis gegenüber! Beim Besuch des zur königlichen Herrschaft Cadinen in Westpreußen gehörenden Dörfchens fällt uns außerhalb des kaiserlichen Parkes an der von Elbing nach Tolkemit führenden Straße auch eine gewaltige Eiche auf, das stärkste Exemplar der Art in Westpreußen und eins der stärksten in Deutschland überhaupt. Ihre Maße, denen der Florentinen-Eiche ungefähr gleich, betragen nach dem Forstbotanischen Merkbuch für die Provinz Westpreußen in 1 Meter Höhe 8·75 Meter Stammumfang, am Boden 14·20 Meter. Die Höhe ist etwa 25 Meter. Auch diese Eiche ist ihrer Bildung nach nicht im Walde, sondern freistehend aufgewachsen. Aber trotzdem, welch ein Unterschied zwischen beiden! Ist die Straupitzer Eiche kerngesund, gleichsam an der Grenze unversehrten Mannesalters, so ist bei der Cadiner Eiche das Innere völlig hohl, wird durch Fenster erhellt und kann durch eine verschließbare Tür betreten werden. In ihrem Innern, das elf Soldaten mit Gepäck faßt, pflegten früher die Gutsbeamten gern ihren Skat zu spielen.

Angenommen, beide Bäume seien gleich alt, wie erklärt sich alsdann der verschiedene Erhaltungsstand? Anscheinend hat in Cadinen ein abgebrochener Ast den Einflüssen der Witterung und der Insektenschädlinge Einlaß verschafft und den Baumriesen zum Greise werden lassen. Vielleicht ist aber der in rauherem Klima, unter dem Einfluß des herrschenden Seewindes und auf dürftigerem Boden herangewachsene Baum zu Cadinen beträchtlich älter als die im fetten Auboden wurzelnde Spreewaldeiche, in deren Nähe weit geringere und trotzdem vom Zahn der Zeit arg mitgenommene Schwestern stehen.

Ein glückliches Ungefähr hat uns bei einer dieser ehrwürdigen Greisengestalten Daten überliefert, aus denen sich ihr Alter ungefähr berechnen läßt. Es ist die Riesenreiche von Cowthorpe, einem Dörfchen der Grafschaft York, unweit des nordöstlich von Leeds gelegenen Städtchens Wetherby; Mr. John Clayton hat neuerdings über sie berichtet.*)

*) Transactions and Proceedings of the Bot. Soc. of Edinburgh, Bd. 22, Teil 3 (1904); Nature, Bd. 72, Nr. 1854.

Sie steht unter den Eichen als einzig da durch den Umstand, daß ihr Umfang größer als der irgend eines bekannten Baumes ihrer Gattung ist. Verbürgte Messungen aus der Zeit um 1700 geben an, daß ihre Höhe damals 80 Fuß, ihr Umfang unmittelbar über dem Boden 78 Fuß (= 23·7 Meter) betrug. Seitdem sind mehrmals die Maße sowie der durch Alter und Stürme bewirkte Verfall festgestellt. Dieser Verfall schreitet trotz des warmen und geschützten Standortes bei der Kirche



Riesenreiche von Straupitz (Spreewald).

des Örtchens seit 200 Jahren unaufhaltsam fort. Um 1893 war die Höhe, das trockene Holz mitgemessen, auf 37 Fuß, der Umfang am Boden auf 54 Fuß 3 Zoll (= 16·5 Meter) herabgegangen. Nach den langgestielten Früchten gehört der Baum wie die beiden vorstehend genannten zu den Stiel- oder Sommereichen (Quercus pedunculata). Eine Eichel ergab 1893 einen Sämling, der, in der Nähe eingepflanzt, künftigen Zeiten das Andenken an seinen Erzeuger bewahren wird.

Die Ansichten über das Alter der Cowthorpe-Oak gehen naturgemäß weit auseinander. Da der Stamm hohl ist, wird sich auch niemals die Möglichkeit bieten, die Zahl seiner Jahresringe festzustellen. Man kann die Lebensdauer eines Baumes theoretisch in drei Abschnitte gliedern, den des Wachstums, den der Reife und den des Verfalles. Zwischen den Zahlen der Jahre jeder Periode besteht ein bestimmtes Verhältnis, und nimmt man dies zusammen mit dem, was über den Baum seit 1700 bekannt ist, als Grundlage, so kommt man mit Mr. Clayton zu dem Schlusse, daß das Alter dieser Riesenreiche nicht mehr als — 500 Jahre beträgt. Eine Zahl, die uns zu gering dünken mag,

der Wahrheit aber jedenfalls näher kommt als die 1600 Jahre, die Prof. Burnett ihr 1842 zuschrieb.

Ein anderer gewaltiger Baum, die historisch gewordene Greendaleeiche des dem Herzog von Portland gehörenden Welbeckparks, kann uns die Abnahme des Stammumfanges am Fuße alter Eichen erklären helfen. Im Jahre 1724 wurde durch den Stamm, der $4^1/_2$ Fuß über dem Boden 30 Fuß englischen Umfang hat, ein Torweg gehauen, dessen Höhe damals 10 Fuß 2 Zoll betrug. Der Baum überstand diese Barbarei; die Höhe des lebendigen Tores beträgt jedoch gegenwärtig nur noch 9 Fuß 3 Zoll am höchsten, 8 Fuß 6 Zoll am niedrigsten Punkte. Dies legt den Schluß nahe, daß in den letzten zweihundert Jahren ein Einsinken des Stammes stattgefunden hat, und durch Annahme eines ähnlichen Tiefersinkens erklärt Clayton bei der Cowthorpeeiche die Unterschiede zwischen den früheren und den neuesten Maßen des Veteranen. Ob ein wirkliches in den Boden Sinken des Baumes oder eine Erhöhung der Fläche um den Fuß der Eiche durch Anwehen und Anschwemmung von Erde stattgefunden hat, wird sich nach den bisherigen Beobachtungen kaum sagen lassen.

Die Arbeit Claytons führt noch eine Anzahl anderer englischer Baumriesen auf, die fast sämtlich in der Nähe von Kirchen stehen, und fügt hinzu: Man findet die ältesten Bäume gewöhnlich in größter Nähe eines geweihten Gebäudes, und diese Annäherung gewährleistete ihnen ohne Zweifel Schutz.

Auch in Deutschland und Österreich ist die Zahl der alten und seltenen Bäume noch eine recht beträchtliche, und mit Vergnügen liest man in den neuerdings erscheinenden Merk- und Schutzbüchern von manchen in weiteren Kreisen völlig unbekannten ehrwürdigen Naturdenkmalen.*) Wenn wir hier unten eine Anzahl dieser Werke aufführen, so geschieht es, um den Leser zum Studium dieser mit prächtigen Abbildungen alter Bäume und selten werdender Holzarten (wie der Eibe, der Elsbeere, der schwedischen Mehlbeere u. a.) geschmückten Bändchen aufzufordern. Da finden wir die vereinzelten Zeugen der ehemaligen Waldbienenzucht, die Beutkiefern, aufgeführt, wir hören von den merkwürdigen zweibeinigen Bäumen, historisch wichtigen alten Bäumen, zum Beispiel der Napoleonskiefer von Bobelwitz in Posen, der ältesten Pyramideneiche, der Stammutter aller Pyramideneichen Deutschlands, beim Dorfe Harreshausen in der hessischen Herrschaft Starkenburg, u. a.



Cowthorp-Eiche.

In Rheinhessen wurzelt der stärkste Baum Deutschlands, die Schimsheimer Effe, eine riesige Feldulme, von der C. F. Seidel 1878 die noch heute gültigen Worte schrieb: Bewunderung ergreift den Nahenden, obgleich erst in nächster Nähe die kolossalen Dimensionen des Baumes recht vergleichbar werden, und ein heiliger Schauer wird durch die Majestät dieser erhabenen Erscheinung erregt, durch dieses selten glückliche Geschöpf, das, obgleich völlig freistehend, anscheinend unbeschädigt, vielleicht 600 und mehr Jahre durchlebte, Trotz bietend Sturm und Wetter, die nur wenige seines

*) Forstbotanisches Merkbuch: I. Westpreußen; II. Pommern; III. Provinz Hessen-Nassau. — Bäume und Wälder herausgeg. von der Naturw. Abteil. der Deutschen Gesellsch. in Posen, 1904. — Bemerkenswerte Bäume im Großherzogt. Hessen in Wort und Bild, 1904.

Geschlechtes schonten. Ein Zeuge vieler großer weltgeschichtlichen Begebenheiten, ein Prachtbaum in jeder Beziehung, ist die „Schimsheimer Effe", augenscheinlich der von dem Geschick am meisten begünstigte und der mächtigste, ansehnlichste der gegenwärtig noch vegetierenden Baumveteranen Deutschlands. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist dieser Baum sogar die stärkste Rüster des Kontinents.

Die Baumriesen pflegen, bei unseren Waldbäumen wenigstens, nur allzu häufig auch Baumgreise zu sein; daß umgekehrt Baumgreise nicht immer die Riesenform zu zeigen brauchen, beweisen die Jahrhunderte alten, greisenhaft verkrüppelten japanischen Zwergbäume (s. Abb. Jahrb. II, S. 214), für deren Herstellung hier nach Prof. Drude das Rezept gegeben sei. Vielleicht versucht dieser oder jener Leser das Geduldspiel einmal selbst.

Nadelhölzer eignen sich zur Herstellung von Zwergformen weit besser als Laubhölzer, welche es häufig nur zu dicken stummelartigen Stämmen bringen, deren Äste meistens eingepfropft sind. Die Japaner haben für ihren Zweck eine Fülle von Koniferen zur Verfügung, zum Beispiel Juniperus sinensis (chinesischer Wacholder), Thujopsis dolobrata, Chamaecyparis obtusa, Cupressus Corneyana, Pinus japonica und densiflora, Podocarpus nageia und macrophylla, Gingko biloba u. a., von denen manche auch in großen hiesigen Gärtnereien zu erhalten sind. Aber auch mit einigen unserer Nadelbäume, mit dem einheimischen Wacholder, der Schwarzkiefer, der Eibe, die ja bei langsamem Wuchse das Verschneiden so vorzüglich verträgt, vielleicht auch mit der Fichte wäre der Versuch zu wagen. Von Laubhölzern möchten besonders die Ahornarten, vor allem der Maßholder (Acer campestre) zu empfehlen sein.

Behufs Erzielung einer Verzwergung oder Nanisation verfährt der japanische Gärtner nach Prof. Drude folgendermaßen: Die Hauptsache ist die Kultur in äußerst geringen Mengen Erde. Die jungen Pflanzen werden schon in so kleinen Töpfen erzogen, daß ihre Wurzeln bald das ganze Erdreich erfüllen und, nach weiterer Nahrung suchend, an der Oberfläche hervortreten; dann erhalten die Pflanzen wenig größere Töpfe, in denen sich alsbald dasselbe Bild des Nahrungsmangels wiederholt, und so fort ihr ganzes Leben hindurch. Zu diesem geringen Quantum Erde gibt man ihnen außerdem nur gerade so viel Wasser, wie sie zum Bestehen durchaus nötig haben. Dabei verkümmert sogleich die Pfahlwurzel und auch die Seitenwurzeln entwickeln sich weder genügend schnell noch genügend zahlreich für ein kräftiges Wachstum der Pflanze, so daß das ganze Leben sehr verlangsamt wird; verschnitten werden jedoch die Wurzeln nicht. Durch das Hervorbrechen derselben nach oben wird der dicke und unförmlich kurze Stamm allmählich in die Höhe gehoben und erscheint wie auf Luftwurzeln gestützt.

Die andere Seite der Kultur liegt im Verändern des natürlichen Wuchses durch Zweigunterdrückung. Die Japaner verknüpfen frühzeitig die Äste unter sich oder mit dem Stamm in einer möglichst verkrümmten und zickzackförmigen Weise und bedienen sich zum Festbinden der Bambusfasern. Dadurch wird eine das Wachstum in sich selbst unterdrückende Form erzielt, so daß der Stamm nach 50 bis 100 Jahren erst 4 bis 7 Zentimeter Durchmesser und die zehnfache Höhe besitzt. Wenn ein verkrümmter Ast abstirbt, wird er abgeschnitten und durch einen unterhalb des Schnittes hervorsprießenden neuen Ast ersetzt; dadurch wird oft der Anschein eines künstlichen Zuschnittes hervorgerufen.

Die Koniferen ertragen dieses Nanisationsverfahren viel leichter als die Laubhölzer, die durch ihre unverwüstliche Neigung, Seitenknospen auszutreiben, die ganze Geduld selbst eines japanischen Gärtners herausfordern; denn alle jungen Zweige müssen in gleicher Weise verkrümmt und angebunden werden. Dabei bringt man den Hauptstamm öfters durch Anbinden an Stammstücke von einem Baumfarn (Cyathea) oder an Stücke eines tuffartigen Gesteins oder Korallenstücke dahin, sich um diese herum in kurzem Bogen zu winden oder an ihnen entlang zu krümmen. Sterben alle verkrümmten Äste ab, so werden dem Stamme neue aufgepfropft.

Die große Regenerationskraft der Bäume, die es dem Individuum ermöglicht, ein so ungemein hohes, keinem anderen Organismus beschiedenes Lebensalter zu erreichen, wirkt nicht immer zweckmäßig. Schneidet man zum Beispiel an einer der bekannten schönen Zimmertannen oder Araukarien einen der quirlartig zu drei, vier oder fünf in einer Stammhöhe entspringenden Äste ab, um ihn — was sich ganz leicht vollzieht — zu bewurzeln, so erzeugt er stets nur Seitenzweige, die in wagerechter Stellung verharren und sich nicht aufrichten; er ist also außer stande, einen neuen normalen Baum zu liefern. Auch die Seitensprosse eines solchen Astes vermögen das nicht, denn sie, die Glieder dritter Ordnung, bilden überhaupt keine Zweige weiter, sondern wachsen nur noch schlangenförmig in die Länge. Will man also einen Ableger dieser Norfolktanne (Araucaria excelsa) erhalten, so muß man den Haupttrieb oben abschneiden und als Steckling (anfänglich natürlich unter Glasglocke) verwenden. Die geköpfte Pflanze richtet dann nicht etwa, wie unsere Nadelhölzer nach Verlust des senkrechten Haupttriebes, den der Spitze nächststehenden wagerechten Seitentrieb auf, der dann die Stelle des Gipfeltriebes einnimmt, sondern sie entfaltet nach kurzer Zeit an dem Hauptstamm ein kleines Knöspchen, aus dem sich eine neue Spitze entwickelt.*) Nach einer uns noch unbekannten Gesetzmäßigkeit sind also die Entwicklungsmöglichkeiten in den einzelnen Organen in sehr verschiedener Weise lokalisiert.

Die Empfindung im Pflanzenreich.

Für die Gesetzmäßigkeit der Bewegungen und Reaktionen in einzelnen Pflanzenteilen sind wir gezwungen, eine Art Empfindung in den pflanzlichen Organen oder Zellen anzunehmen, und Nemec sowie Haberlandt haben im Jahre 1900 un-

*) H. Vöchting, Über die Regeneration der Arauc. excelsa. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 40, Heft 1.

gefähr gleichzeitig die erste Spur von Werkzeugen dieser Empfindung entdeckt (s. Jahrb. I, S. 185). Sie fanden, daß die Pflanzen durch Vermittlung der in ihren Zellen an manchen Orten aufgehäuften Stärkekörner die Schwerkraft empfinden. Diese Stärkekörner sind häufig frei beweglich. Sie rollen dann stets in der Richtung jener geheimnisvollen Anziehung, die wir Schwerkraft nennen, und üben, an einer bestimmten Stelle sich festlegend, einen Druck auf die entsprechende empfindliche Stelle der Zellwand aus. Deren Empfindlichkeit führt zu einer entsprechenden Rückwirkung und so erklärt sich die Wirkung der Schwerkraft auf die Pflanze.

Während diese, die sogenannte Statolithentheorie von manchen Seiten stark bestritten wurde, haben andere Forscher neues, interessantes Material zu ihrer Unterstützung herbeigetragen. Am bemerkenswertesten unter den Arbeiten letzterer Art ist diejenige G. Tischlers über das Vorkommen von Statolithen bei wenig oder gar nicht geotropischen Wurzeln.*) Geotrop, das heißt der Richtung auf den Erdmittelpunkt sich zuwendend, sind meist nur die Wurzeln erster Ordnung, die Haupt- oder Pfahlwurzeln, während die aus ihnen entspringenden Wurzeln zweiter und die von diesen ausgehenden dritter Ordnung wenig oder gar nicht geotropisch empfindlich sind, also nicht mehr so energisch dem Reize der Schwerkraft folgen.

Sehr schön läßt sich dieses Verhalten der Wurzeln zweiter Ordnung, also der aus der Hauptwurzel entspringenden Nebenwurzeln bei der Saubohne (Vicia Faba) feststellen. Hier wachsen sie, bevor sie sich schließlich auch nach unten wenden, eine mehr oder minder lange Strecke geradeaus. In allen noch horizontalen jungen Nebenwurzeln sah Tischler den Statolithenapparat unvollendet. Zwar hatten sich die Stärkekörner schon zum großen Teil in die physikalisch untere Hälfte der Zelle begeben, aber sehr häufig berührten erst ganz wenige die Hautschicht. Lange dauert dieses Verhalten natürlich nicht, bald ist der Statolithenapparat fertig und die geotropische (erdwendige) Krümmung tritt ein.

Wurde nun eine Seitenwurzel gezwungen, schon sofort nach ihrem Hervorsprießen geotropisch zu reagieren, so war auch der Statolithenapparat sofort intakt. Tischler beraubte zu dem Zwecke die Hauptwurzel einer Bohne der letzten drei Millimeter ihrer Spitze, deren Wurzelhaube den Statolithenapparat hauptsächlich birgt. Dadurch wird nach kurzer Zeit eine Nebenwurzel veranlaßt, die Vertretung der Hauptwurzel zu übernehmen und senkrecht abwärts zu wachsen, und sofort wird sie auch mit dem dazu nötigen neuen Sinnesorgan ausgestattet. Es ist ein „Stimmungswechsel" in dem wahrnehmenden Apparat eingetreten, wie solcher auch durch Verwundungen, ja auch durch Licht, Temperaturänderung vor sich gehen kann. Gleichzeitig damit hat sich auch die Stärke so ausgebildet, daß sie die genügende Schwere besitzt, um in den physikalisch unteren Teil der Zelle zu fallen. Schwerlich ist anzunehmen, daß beides nicht in Zusammenhang stehen sollte.

*) Flora, Bd. 94 (1905), Heft 1.

Nachdem Tischler den Zusammenhang zwischen Geotropismus und Statolithenapparat an vielen anderen Pflanzen festgestellt hat, wendet er sich zu den Luftwurzeln, bei denen eine geotropische Reizfähigkeit vielfach nicht mehr vorhanden und das Abwärtswachsen, wo es bei älteren Wurzeln auftritt, durch ihre eigene Schwere bedingt ist. Nirgends ließ sich nun, namentlich bei den Wurzeln baumbewohnender Orchideen, etwas finden, was als Statolithenapparat gedeutet werden könnte. Gewisse Luftwurzeln (Nährwurzeln) der Aroideen dagegen, die deutlich positiv geotropisch sind, haben auch Statolithen.

Im Anschluß an diese Untersuchung von Wurzeln sei gleich erwähnt, daß A. Tschirch*) bei vielen Pflanzen im Bau der Ernährungswurzeln und Befestigungswurzeln einen großen Unterschied fand. Der Fall ist verhältnismäßig selten, daß eine und dieselbe Wurzel sowohl der Ernährung wie der Befestigung dient. Die Befestigungswurzeln besitzen alle den typischen Bau zugfester Organe, die Ernährungswurzeln nicht.

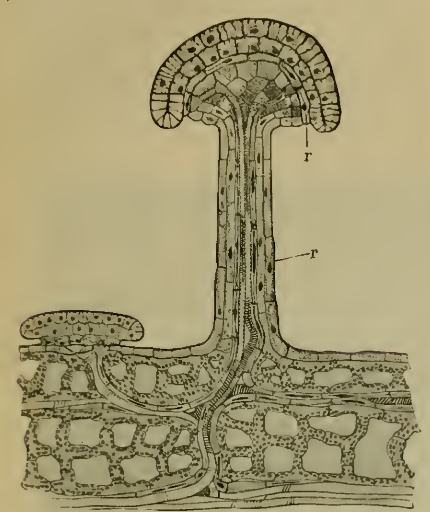
Es leuchtet ein, daß, wenn wir der Pflanze ein Sinnesorgan für die Schwerkraft zugestehen, wir dabei nicht stehen bleiben können, sondern auch für die übrigen Reize, auf die wir die Pflanze reagieren sehen, also für Licht, Erschütterung u. s. w., gleichfalls entsprechende Empfindungsapparate suchen müssen.

Für das Licht hat Prof. G. Haberlandt diesen Versuch unternommen.**) Bei den zahlreichen niederen Pflanzenformen, zum Beispiel bei den Schwärmsporen der meisten Algen, ist der schon seit langem bekannte rote „Augenfleck" aller Wahrscheinlichkeit nach das Organ der Lichtwahrnehmung. Von den Organen der höheren Pflanzen kommt hier vor allem das Laubblatt in Betracht, dessen grüne Spreite sich meist senkrecht zur Richtung des einfallenden Lichtes stellt, und zwar nicht des direkten Sonnenlichtes, sondern des stärksten diffusen Lichtes. Entsprechende Drehungen und Krümmungen des Blattstiels bringen das Blatt in die günstigste Lichtstellung und es liegt nahe, anzunehmen, daß die Spreite auf den Stiel dabei einen dirigierenden Einfluß ausübt.

Die Laubblattspreiten zahlreicher Pflanzen besitzen also ein feines Wahrnehmungs- und Unterscheidungsvermögen für die Richtung der einfallenden Lichtstrahlen, vor allem bei den Schattenpflanzen. Es fragt sich nun, ob dieses Empfindungsvermögen in den Geweben des Blattes gleichmäßig verteilt oder in bestimmten Zellen, Zellverbänden oder Gewebarten lokalisiert ist. Haberlandt neigt zu letzterer Annahme und sieht das wahrnehmende Organ in der oberen Epidermis der Blattspreite. Diese Oberhaut besteht in der Regel aus einer einzigen Lage farbloser Zellen. Ein dünner, durchsichtiger Plasmabelag bekleidet die Wände und schließt den klaren Zellsaft ein. Die an die Atmosphäre grenzenden Außenwände der Zellen sind in den meisten Fällen mehr oder weniger vorgewölbt, die Innenwände dagegen eben.

*) Flora, Bd. 94 (1905), Heft 1.
**) Die Umschau, VIII. Jahrg., Nr. 45.

So gleicht eine solche Epidermiszelle einer plankonvexen Linse, und daß sie tatsächlich als Sammellinse arbeitet, läßt sich sowohl durch die Konstruktion des Strahlenganges, wie durch unmittelbare mikroskopische Beobachtung und auch auf photographischem Wege erweisen. Dank dem Baue der Linse werden die senkrecht zur Blattfläche einfallenden Strahlen so gebrochen, daß die konvergierenden Lichtstrahlen die Mitte der Innenwand am stärksten beleuchten, während eine mehr oder minder breite Randzone dunkel bleibt.



Gestielte und sitzende Drüse im Längsschnitt, r Reizleitungszellen. (Stark vergr.)

Solange die angedeutete Lichtverteilung in den Zellen anhält, reagieren die als lichtempfindlich vorzustellenden Plasmahäute an den Innenwänden der Epidermiszellen nicht. Sobald aber das Licht nicht mehr senkrecht, also schräg auf die Blattoberfläche fällt, tritt eine Verschiebung ein: das helle Mittelfeld rückt von der Lichtquelle weg zur Seite und die dunkle Randzone wird einerseits breiter, anderseits schmäler. Diese veränderte, ungewohnte Intensitätsverteilung wird nun als Reiz empfunden, der im Blattstiel oder Gelenkpolster die entsprechende heliotropische Bewegung auslöst.

Nach dieser Auffassung fungiert also die obere Epidermis des Laubblattes als ein lichtempfindendes Sinneshäutchen. Gleich einem einzigen ausgedehnten Facettenauge bedeckt sie die Oberseite des Blattes. Jede Zelle ist Linse und Sinneszelle zugleich, und die die Innenwände der Zellen bekleidenden Plasmahäute, die für den Lichtreiz empfindlich sind, stellen in ihrer Gesamtheit das dar, was beim Menschen die Netzhaut ist.

Noch spezieller ausgebildete „Pflanzenaugen" fand Prof. Haberlandt an den Blättern der in Peru heimischen Akanthazee Fittonia Verschaffelti, deren kleine, nicht papillöse Epidermiszellen ein Netzwerk bilden, dessen Maschen von großen, kuppelförmig hervorspringenden Zellen eingenommen werden. Dem Scheitel dieser großen Zelle sitzt eine zweite, sehr kleine, von der Gestalt einer bikonvexen Linse und vollkommen klarem, sehr stark lichtbrechendem Inhalt, auf. Das Experiment lehrt, daß diese Zelle als Sammellinse fungiert, während die große untere mit ihrer ebenen Innenwand in erster Linie die Sinneszelle darstellt. Die Ähnlichkeit dieser zweizelligen, auch bei anderen Pflanzen vorkommenden Lichtwahrnehmungsorgane mit einfach gebauten „Richtungsaugen" bei niederen Tieren ist nicht zu verkennen und so kommt Prof. Haberlandt zu dem Schlusse, daß auf dem Gebiete der Reizwahrnehmung ein prinzipieller Unterschied zwischen Tier- und Pflanzenreich nicht existiert.

Die Fortleitung des Reizes von der empfindenden Stelle bis zu dem Orte, wo die Bewegung stattfindet, spielt auch bei den insektenfangenden und verdauenden Pflanzen eine wichtige, leider größtenteils noch unbekannte Rolle. Diese fälschlich als „insektenfressend" bezeichneten Pflänzchen, der Sonnentau, das Fettkraut, das Blasenkraut, boten auch nach Ch. Darwins berühmter Arbeit so viele Rätsel, daß die Forschung bis auf diesen Tag nicht von ihnen losgekommen ist.

Diese Pflanzen haben, um es nach Dr. R. Francé kurz zu wiederholen, die Eigentümlichkeit, auf Berührung ihrer Blätter durch selbständige, überaus zweckmäßige Bewegungen zu antworten. Eine unserer Sonnentauarten zum Beispiel reagiert auf die Berührung einer der zahlreichen feinen Wimpern, die von ihren Blatträndern ausstrahlen,


Stück einer Taublattpflanze (Drosophyllum lusitanicum).

dadurch, daß sie langsam, aber sicher alle Wimpern des bezüglichen Blattes nach dem berührten Punkte hinneigt und im Notfalle mit dieser Bewegung auch ein zweckentsprechendes Einrollen des

Blattrandes verbindet. Etwas anders, aber ähnlich reagieren die übrigen Insektenpflanzen. Die Zweckmäßigkeit dieser Vorgänge liegt auf der Hand. Diese Bewegungen sind geeignet, kleine Tiere, namentlich Insekten, die mit den Blättern zufällig in Berührung gekommen sind, festzuhalten. Ist das geschehen, so beginnt des kleinen Dramas zweiter Teil: die Ausscheidung einer magensaftähnlichen Flüssigkeit, die das Opfer bis auf die Chitinteile verzehrt und dann wieder in das Blatt zurückgezogen wird.



a) nach einem Reiz. b) im normalen Zustand.
Mit Mimosen bedeckter Boden.

Rätselhaft bei diesem Vorgange ist nun vor allem die Art und Weise, wie die unverkennbare Leitung des Reizes erfolgt, die sich, vom Punkte der Berührung ausgehend, mindestens durch das ganze Blatt, in einzelnen Fällen aber sogar durch die ganze Pflanze erstrecken muß. Denn anders ließe sich die Tatsache nicht erklären, daß sich die Blätter des Sonnentaus gegenseitig zur Aushilfe sozusagen herbeirufen, wenn es gilt, irgend ein größeres Tier, eine matt gewordene Libelle, einen Schmetterling, eine größere Fliege zu überwältigen. In diesem Falle neigen sich auch die Nachbarblätter herbei, um einen Teil der Beute zu fassen, und ihre Bewegung ist nicht weniger zweckmäßig als die der Wimpern.

Wodurch diese Reizleitung bewirkt wird, hat C. A. Fenner mittels genauer Untersuchung insektenfressender Pflanzen möglichst an ihren natürlichen Standorten zu entscheiden versucht.*) Besonders ein Insektivor, das auf der Pyrenäeninsel heimische Taublatt (Drosophyllum lusitanicum), ein beliebtes Stubeninventar der portugiesischen Bauern zum Fliegenfangen, bot wertvolle Aufschlüsse. Es entbehrt aktiver Bewegungen, gerät jedoch auf Berührung ebenfalls in große Erregung, die sich darin äußert, daß die Blätter sofort in ziemlicher Menge klebrigen Schleim aussondern. Ferner haben die Blätter des Drosophyllum zweierlei Drüsen, gestielte und breite sitzende, welche unregelmäßig zerstreut die Blattoberfläche bedecken. Diese zweierlei Drüsen haben auch verschiedene Verrichtungen. Die gestielten dienen durch ihre klebrige Absonderung hauptsächlich zum Festhalten der Insekten, während die sitzenden den „Magensaft" absondern, und zwar erst dann, wenn die gestielten Drüsen durch etwas gereizt werden. Hier ist also die Reizleitung in ganz bestimmter Weise lokalisiert, es ist eine Arbeitsteilung eingetreten, die ohne einen speziellen Leitungsdraht ganz unverständlich ist.

Vor allem waren zwei Fragen zu beantworten:

1. In welcher Weise wird die Leitung des Reizes in dem Pflanzenkörper besorgt?

2. Ist der Insektenfang nur eine nebenbei erworbene Eigenschaft, oder gehört er zu den Lebensbedingungen dieser Pflanzen?

In der Natur verhalten sich Tiere und Pflanzen meist ganz anders als beim Laboratoriumsversuch. Das Fettkraut unterscheidet sehr wohl, ob nur ein Steinchen, ein Glassplitter die Blättchen reizt oder aber ein zum Verdauen geeigneter Gegenstand. Im ersteren Falle biegen die Blattränder sich nur ganz wenig und kurze Zeit ein, im zweiten umschlingen sie das Insekt und rollen sich ganz darüber. Aber dies wunderbare Vermögen ist beschränkt, nur zwei- bis dreimal gelingt das Stück Arbeit, dann stirbt das Blatt vor Erschöpfung ab, eine in der Natur sehr selten vorkommende, bemerkenswerte Schwäche einer Funktion. Auch sonst sind Anzeichen vorhanden, wie wenn das Einrollen des Fettkrautblattes nur ein Ausnahmefall wäre. Sein Bau ist auf das Einrollen gar nicht eingerichtet und so geschieht es oft, daß es dabei zerreißt und von seinem „Vorhaben" ab-

*) Flora, Bd. 93 (1904), Heft 4. Referat in „Die Umschau" 9. Jahrg., Nr. 12. (Dr. R. Francé).

stehen muß. Dabei zeigt sich, daß die Rißwunde der Fortleitung des Berührungsreizes eine Grenze setzt: es muß also irgend einen Leitungsdraht in dem Blatte geben, sonst würde der kleine Riß nicht die Leitung aufheben. Ferner sind die Verdauungsdrüsen so unzweckmäßig angeordnet, daß jeder Regen einen großen Teil des ausgeschiedenen Saftes abspült. Das alles scheinen Zeichen dafür zu sein, daß das Fettkraut sich der neuen Lebensweise erst zuzuwenden beginnt, daß wir hier in das Werden einer Anpassung hineinblicken. Zwischen den Drüsenköpfchen besteht eine Verbindung durch leicht färbbare Fäden, die sich als doppelter Telegraphendraht auch durch alle Zellen der Epidermis erstrecken und höchstwahrscheinlich — durch Experimente erwiesen ist es noch nicht — die Träger des wandernden Reizzustandes sind.

Noch schöner entwickelt fand Fenner die gleichen Reizleitungszellen im Blatte des Drosophyllum. Hier lassen sie sich in ununterbrochenen Strängen von der Verdauungsscheibe der gestielten Drüse an, wo sie den inneren Zellen flach aufliegen, längs der zentralen Gefäßbündel bis zur sitzenden Drüse und in mannigfachen Verzweigungen im Blatte verfolgen, wo sie die Blattadern dritten und vierten Ranges begleiten. Das ist der erste Fall, daß in einer Pflanze ein wirkliches System von Reizleitungszellen gefunden wurde, während man bisher die unendlich feinen Protoplasmafädchen, welche sämtliche Zellen im Pflanzenkörper verbinden, für die Übermittler von Reizen hielt. Für das Taublatt ist — im Gegensatz zum Fettkraut — wohl anzunehmen, daß die Fleischnahrung zu seinen Lebensnotwendigkeiten gehört; darum hat es sich dieser Lebensweise auch so zweckmäßig angepaßt.

Nachdem dieser eine Fall das Vorhandensein solcher nervenähnlichen Reizleitungen erwiesen hat, können wir ähnliche Organe auch bei anderen mit Bewegung ausgestatteten Pflanzen annehmen. Zu ihnen gehören die Sauerkleearten, über deren Blattbewegungen H. Molisch*) berichtet. Die drei Blättchen der kleeähnlichen Blätter von Oxalis hedysaroides senken sich autonom und schnell, so daß ihre Spitzen einen Weg von 0·5 bis 1·5 Zentimeter in einer oder wenigen Sekunden zurücklegen. Die Senkung erfolgt in einem Ruck oder in mehreren Absätzen, während die Aufwärtsbewegung etwa 5 Minuten beansprucht. Eine zwiefache Reizbewegung zeigt eine japanische Sauerkleeart. Während auf eine Erschütterung hin ihre Blättchen sich senken, richtet sich der gemeinsame Blattstiel nach oben, was einen eigenartigen Anblick gewährt. Auch unsere Sauerkleearten, der einheimische Waldsauerklee (Oxalis Acetosella) und der eingewanderte Glücksklee (Oxalis stricta), zeigen diese Reizbarkeit der Blätter, keine Pflanze jedoch in höherem Maße als die bei uns vielbewunderte, in ihrer Tropenheimat aber ein lästiges Unkraut bildende Sinnpflanze (Mimosa pudica). Ein Mimosengebüsch vor und nach einer Erschütterung bietet zwei völlig verschiedene Anblicke.

*) Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. 22, S. 372.

Aus dem Leben der Tiere.

(Zoologie.)

Durch Steppen und Wüsten. * Biologisches aus aller Welt. * Den Vogelfreunden. * Kriechtiere und Lurche.

Durch Steppen und Wüsten

Seit Jahrzehnten schmachtet die Zoologie, besonders die auf unseren Universitäten heimische, unter der Herrschaft des Mikroskops und des Mikrotoms. Gewiß! Die Anfertigung immer neuer Schnittserien der feinsten Organe des winzigsten Tierleins und das emsige, unermüdliche Studium dieser Objekte unter dem Mikroskop, es hat alles seine Berechtigung und wäre gut, wenn man nur über dieser Encheiresis naturae nicht vergäße, sich auch einmal von der Natur an die Hand nehmen und zu ihren Kindern in Feld und Flur hinausführen zu lassen. Wie wenige Werke gibt es, die uns über das Freileben der Tierwelt der Tropen, ja der eigenen Heimat auf Grund eigener Anschauungen des Verfassers Bericht erstatten. Und erscheint einmal ein derartiges Werk, so ist es sicher, von der Wissenschaft wie von der großen Gemeinde der Naturfreunde als etwas Ungewöhnliches und Außerordentliches bis in den siebenten Himmel erhoben zu werden.

C. G. Schillings Werk „Mit Blitzlicht und Büchse" verdient den reichen Beifall, der ihm zuteil wurde, allerdings in vollstem Maße. Der wissenschaftliche Sinn des Verfassers, seine scharfe, durch die Kamera unterstützte Beobachtung, die redliche, durchaus wahrheitsgetreue Wiedergabe des Geschauten und Erlebten, sie erheben das Buch turmhoch über eine Anzahl neuerer Werke, deren Autoren auch mit der Büchse auszogen, aber das Blitzlicht des Geistes nicht mit sich führten, als Schützen alle fünf Weltteile durchjagten und nichts weiter heimbrachten als einen Haufen Schädel, Hörner und Felle.

Die folgenden Zeilen möchten dem Leser wenigstens eine Ahnung von der Fülle wissenschaftlich wertvoller Beobachtungen Schillings' geben.*) Sein in mehreren Reisen durchmessenes Forschungsgebiet erstreckt sich von der Küste Deutsch-Ostafrikas beim Hafen Tanga längs des Panganiflusses bis zum Kilimandscharo und umfaßt im besonderen die

*) Mit Blitzlicht und Büchse. 2. Abdruck. Leipzig 1905.

Nyika, die große Masaisteppe, in der sich die letzten Reste des vor Jahrzehnten noch so gefürchteten, jetzt infolge der Rinderpest seiner Herden durch Hungersnot arg gelichteten Krieger- und Hirtenstammes der Masai aufhalten. Auch die Tierwelt dieser Steppeneinöden, die einst an Artenreichtum und Individuenzahl zu den reichsten Gebieten Afrikas gehörten, ist vor den Büchsen der konzessionierten schwarzen und weißen Elefantenjäger und der Askaris auf den Militärstationen dahingeschwunden, und ihre gänzliche Vernichtung ist trotz aller Jagdverbote und trotz Anlegung von Schonrevieren nur noch eine Frage der Zeit. Nach wenigen Jahrzehnten werden Beobachtungen, wie Schillings sie gemacht hat, nicht mehr möglich sein: die Tragödie der Kultur ist um einen Akt reicher.

Auf der Reise zum Kilimandscharo traf Schillings immense Ansammlungen weißer Störche, im Begriff, ihre Heimatreise nach Europa anzutreten. In der Steppe den zahlreichen Heuschrecken nachstellend, erhoben sie sich in großen Mengen hoch in die Lüfte, wo sie, zu Tausenden vereint, herrliche Flugspiele ausführten. Unter den Webervögeln, die ihre Hängenester in großer Zahl an den Bäumen befestigt hatten, traf der Reisende auch den 1899 von ihm entdeckten Ploceus schillingsi in vollem Brutgeschäft. Schillings hatte das Glück, auf seinen Forschungsreisen in Deutsch-Ostafrika mehrere neue Säugetiere und fünf neue Vogelarten zu entdecken, und vermutet, daß die Fauna dieses Gebietes noch manche unbekannte, von keines Weißen Auge gesehene Tierspezies birgt. Den Nestern „seines Webers" hatte ein Goldkuckuck vorzugsweise seine Eier zum Ausbrüten anvertraut, und die jungen Gauche hatten ihre Nestkameraden kurzerhand durch Herausdrängen aus dem Neste dem Tode im Wasser des Flusses überliefert.

Am anregendsten, wenn auch nicht immer am gefährlichsten gestaltete sich das Zusammentreffen mit Löwen, die in der Gegend durchaus noch nicht zu den Seltenheiten gehören. Natürlich schoß Schillings, während er die übrige Tierwelt nach Möglichkeit schonte, ihrer und des übrigen Raubzeuges soviel er konnte. Unmittelbar neben dem Dornverhau des Lagers erklingen die elementaren Laute der raubgewaltigen Riesenkatzen, die Schillings fast stets in Rudeln jagend antraf. Aus den mit Hilfe des Blitzlichtes erlangten nächtlichen Photographien ergibt sich, daß die Löwen, wenn möglich, ihren Angriff flach über den Boden ausführen, nicht aber in hohen Sprüngen. Ferner scheint die Löwin stets der angriffslustigere Teil zu sein. Überfall und Tötung vollziehen sich blitzschnell, stets auf dieselbe Weise. So vorsichtig schleichen sich die Löwen an ihre Beute heran, daß ihr Opfer vor dem Überfall nicht geängstigt wird; plötzlich vernimmt das Ohr ein polterndes, mächtiges Etwas, und wuchtig erfolgt der Überfall: die Opfer zeigen nur einige Schrammen auf der Oberfläche des Körpers, stets hat ein zermalmender Biß ins Genick sie getötet. Sie zur Tageszeit anzutreffen, erwies sich als sehr schwierig; kaum aber hatte Schillings seine Fallen aufgestellt, so erbeutete er eine ganze Anzahl, darunter in ununterbrochener Reihenfolge allein sieben starke männliche Mähnenlöwen.

Auch der Elefant ist trotz des seit Jahrzehnten gegen ihn geführten Vernichtungskrieges noch in kleinen Herden anzutreffen, daneben alte, starke, von den Herden abgesonderte Bullen, sogenannte Einzelgänger. Im Jahre 1898 wurde in der Nähe des Kilimandscharo ein uralter, fast schon greisenhafter Bulle erlegt, der Zähne von zusammen etwa 450 Pfund trug. Leider gelang es Schillings nicht, sie für ein deutsches Museum zu retten, der geforderte Preis betrug 21.000 Mark; sie gingen nach Amerika. Die starke Entwicklung der Zähne wird durch das Abbrechen von Bäumen und das Abstoßen von Rindenstücken, außerdem auch durch ihren Gebrauch bei den Kämpfen der Bullen untereinander veranlaßt. Schillings stellte als Nahrung des Elefanten in Ostafrika ausschließlich Baumzweige, Baumrinde und Baumfrüchte fest. Daneben kauen sie die Stengel mehrerer Sanseviera-arten als notdürftigen Ersatz für das in dürren Steppengegenden mangelnde Naß, lassen aber meist die ausgekauten Stengel der Pflanze wieder fallen.

Der eigentliche Aufenthalt des Elefanten im ost-äquatorialen Afrika ist nicht etwa der kühle schattige Hochwald, vielmehr da, wo er sich nicht allzu sehr verfolgt weiß, und namentlich in der Regenzeit die Baumsteppe, sonst aber jene dichten Bestände von außerordentlich hohem Grase, schilfbestandene Flußufer und jene Dickichte, die in einer gewissen Höhenlage der Berge einen schützenden und undurchdringlichen Aufenthaltsort bilden. Von hier aus schweift er dann sehr oft zur Regenzeit in Wald und Steppen. Bei seiner Beweglichkeit ist er ein ausgezeichneter Bergsteiger, der Höhen bis zu 3500 Metern und darüber erklimmt. Im gesamten Bezirk der Kilimandscharo dürften heute kaum noch 250 bis 300 Elefanten ständig leben.

Die Schnelligkeit, die der Elefant entwickeln kann, namentlich wenn er angreift oder flüchtig wird, ist eine ganz außerordentliche. Die Fortbewegungsart ist ein schnellfördernder Trab, nicht Galopp. Dieser Trab ist, ausgenommen auf dem Tennenboden der Steppe zur Trockenzeit, vollkommen geräuschlos, und daher wirkt das mächtige Tier namentlich zur Nachtzeit fast geisterhaft, ebenso wie Nashorn und Flußpferd. Eine Flucht vor dem Elefanten, die sehr schwierig ist, hat, wenn möglich, seitwärts zu erfolgen, da er im allgemeinen geradeaus vorwärts stürmt, mit weit vorgeklappten Ohren und unter einigen durchdringenden trompetenartigen Schreien. Er orientiert sich ausschließlich durch seinen fabelhaft ausgebildeten Geruchssinn und durch sein außerordentlich gutes Hörvermögen, nicht durch sein schwaches Auge. In den meisten Fällen ist er bereits durch den Geruchssinn über das Nahen eines Feindes orientiert, bevor Auge und Ohr in Tätigkeit treten können. Schillings sah, wie die Elefanten mit Hilfe des hoch über ihr Haupt erhobenen Rüssels die leisesten Lufthauche, die ja vorzugsweise in Berggegenden wechseln, kontrollierten und so stets für ihre und ihrer Herde Sicherheit besorgt waren. In einem Falle fand er zwei alte Elefantenbullen in Symbiose (Lebensgemeinschaft) mit einem alten Giraffenbullen.

Acht Tage lang konnte er die drei befreundeten Tiere stets wieder zusammen beobachten. Offenbar unterstützten sie sich im Sicherheitsdienste, und es ergänzten sich hier die Elefanten als Tiere, die durch den Riechsinn leben, und die Giraffe als vorzüglich äugendes Tier. Ähnliche Fälle von Symbiose hat Schillings mehrfach entdeckt, zum Beispiel zwischen der schenen Oryxantilope und der großen Gazelle (Gazella granti), zwischen Zebras und Weißbartgnus, zwischen Antilopen, Zebras und Straußen u. s. w. Trotz mehrerer erfolgreicher Jagden gelang es unseren Reisenden nicht, ein Elefantenkalb lebend bis zur Küste zu schaffen. Die Gefahren der Jagd auf die riesigste aller Wildarten lernte er dabei jedoch in hohem Maße kennen.

Kaum weniger gefährlich ist als Gegner das Nashorn. Ein Nashorn, welches wirklich einen



Horn des weißen Rhinozeros.

Menschen angreift, wird seinen Gegner unter allen Umständen erreichen und auf die Hörner spießen. Eine ganze Reihe Europäer haben auf diese Weise in den von Schillings bereisten Gegenden das Leben eingebüßt, und auch er selbst hatte mehrmals nur ein narrow escape, ein knappes Entwischen, zu verzeichnen. Bei der Nashornjagd kommt es sehr auf ein sorgfältiges Beobachten des Windes an. Außer der Richtung des Windes kommt jedoch sehr in Betracht, ob die Tiere von Madenhackern begleitet sind oder nicht. In vielen Fällen verläßt sich das ruhende Tier auf seine kleinen treuen Kameraden aus der Vogelwelt; sie reinigen es nicht nur von Schmarotzern, sondern warnen es auch unfehlbar bei nahender Gefahr, und zwar durch schrilles Gezwitscher und eiliges Auffliegen. Wir haben hier die Symbiose eines sehr scharfwitternden Tieres mit einem sehr scharfsichtigen Genossen. Mehr als vier Nashörner traf Schillings nicht zusammen, obwohl er gleichzeitig bis zu acht Stück sichtete.

Die verderbenbringende Waffe des Tieres, die Hörner, zeigen sehr verschiedene Formen. Die der Kühe werden länger und sind stets dünner als die mehr gedrungenen starken Hörner der Bullen. Zuweilen findet man schwertförmig abgeplattete Hörner, und zwar in Gegenden, wo runde Hörner die Regel bilden. Außerordentlich, bis fast 1½ Meter lange Hörner von Kühen kommen hier und da bei sehr alten Nashörnern vor. In einzelnen sehr seltenen Fällen treten beim afrikanischen Rhinozeros mehr als zwei, bis zu fünf Hörner auf. Umgekehrt werfen die Tiere unter Umständen auch eins oder beide Hörner ab und sehr bejahrte Stücke scheinen die verlorenen nicht mehr zu erneuern. Das erst vor kurzem in Südafrika ausgerottete, heute nur noch ganz vereinzelt vorkommende sogenannte weiße Nashorn (Rhinoceros simus), das nur südlich von Zambesi gelebt zu haben scheint, trug noch längere Hörner. An einem kürzlich im Besitz der Missionsgesellschaft zu London entdeckten, durch Pierpont Morgan in den Besitz des New-Yorker Museums für Naturgeschichte gelangten Schädel mißt das Stirnhorn 280, das Nasenhorn 890 Millimeter. Das längste Horn eines von Schillings erlegten Tieres maß 860 Millimeter. Jenen Schädel, der 1821 von einem Missionär geschenkt wurde, scheint man seinerzeit für den eines Einhorns gehalten zu haben.

Ganz im Widerspruch mit der sonstigen Scheu und Vorsicht der Nashörner steht es, daß sie nächtlicherweile jede Angst vor dem Menschen abzulegen scheinen. In einer Nacht von seinen zitternden Leuten geweckt, sah Schillings ein gewaltiges Rhinozeros, das sich regungslos wie aus Stein gemeißelt, mitten unter den kleinen Zelten der Träger aufgepflanzt hatte, offenbar erstaunt, plötzlich seine Weidegründe von Menschen okkupiert zu finden. Eine Büchsenkugel verscheuchte es. Zwei ähnliche Erlebnisse hatte der Reisende an zwei anderen Orten zu verzeichnen. Wenn auch die ungeheuren Steppengebiete Afrikas heute noch Hunderttausenden von Nashörnern Unterkunft gewähren, so scheint ihre Ausrottung im Laufe weniger Jahrzehnte Schillings doch gewiß.

„Mit dem letzten Nashorn wird der Kulturmensch wiederum einen Lebensfaden zerschnitten haben, der, seit uralten Tagen sich weiterspinnend, unzählige Millionen von Individuen erzeugte, die stark wie Riesen alle ihre Feinde überdauerten und gepanzert und gewappnet schienen auch gegen alle künftigen Feinde . . .“

„Aber im Buche des Schicksals stand es verzeichnet, daß diese schon in der Oligozänzeit auftauchenden Kolosse in unseren Tagen winzigen Metallstückchen erliegen sollten, die kluge, zweibeinige Zwerge aus weiter Entfernung mit unheimlichster Zaubergewalt in die Körper der Kolosse zu entsenden verstehen.“

Von einigen jungen Nashörnern, die Schillings in der Steppe erbeutete, gelangte eins lebend in den Zoologischen Garten zu Berlin. Die große Mühe der Aufzucht in der Wildnis wurde dadurch erleichtert, daß das junge Tier sich bald an eine Ziege gewöhnte, mit welcher Tierart es auch jetzt noch im „Zoo“ gute Kameradschaft hält.

Länger als Elefant und Rhinozeros wird das Flußpferd in Afrika erhalten bleiben, und zwar weil ein großer Teil seiner Aufenthaltsorte, die riesigen Sumpfgebiete im Westen des Erdteils, außerordentlich schwer zugänglich sind. Im Gegensatz zum Nashorn wird das Flußpferd erst dann bösartig und angriffslustig, wenn es vom Menschen verfolgt und vielfach verwundet worden ist. Schillings

fand im Jahre 1896 die Eingeborenen an den Buchten des Viktoriasees im größten Einvernehmen mit den sehr zahlreichen Flußpferden und ohne jede Scheu vor ihnen. Es war ein höchst eigentümlicher Anblick, die auf Flößen der Fischerei obliegenden Eingeborenen inmitten der zahlreich um sie her auftauchenden Flußpferde zu sehen. Ebenso leben letztere auch mit den Krokodilen in bestem Einvernehmen, und nur getötete Flußpferde werden von ihnen angegriffen.

Geradezu erstaunlich und ebenso überraschend wie die von Elefant und Rhinozeros entwickelte unglaubliche Schnelligkeit und Gewandtheit ist die Schnelligkeit, die das Flußpferd auf dem Lande zu zeigen vermag. Bemerkenswert ist eine ausgesprochene Neugierde der Tiere, die von den Eingeborenen sogar dazu benützt wird, sie in die Nähe des Ufers zu locken, und zwar durch den Ruf seines Masainamens Makau! Makau! Außerordentlich merkwürdig ist die Gewohnheit der Flußpferde, ihre Losung mit ihrem bürstenartig mit kurzen steifen Borsten besetzten Schwanz hoch an Büschen aufwärts zu schleudern. Solche Büsche bilden wohl „Poststationen", wie bei vielen anderen Säugetieren, und erleichtern das gegenseitige Auffinden der Individuen und Geschlechter. Etwas Ähnliches berichtet Schillings von den Nashörnern, die mit Vorliebe ihre Losung an bestimmten Stellen absetzen, um sie dann, mit den Hinterbeinen rückwärts scharrend, auseinander zu streuen, so daß in den Steppen breite Bahnen entstehen. Auch sie dienen zweifellos als „Post" und Orientierungsstationen für die Tiere, mit deren Hilfe sich die weit zerstreuten auffinden können. Zeitweise gehen die Flußpferde aus den Mündungen der Küstenflüsse ins Meer. Schillings sah sie einigemal in der Brandung des Meeres und war sehr überrascht, als er, aus einem Kokospalmenwald tretend, vor sich auf dem Sande des Meeres einen vermeintlichen Baumstamm sich in ein Flußpferd verwandeln und das tiefere Wasser gewinnen sah. So suchen die Flußpferde, den Seeweg benützend, die verschiedenen ins Meerwasser mündenden Flußästuarien auf und entledigen sich im Wasser fraglos wohl auch gewisser Parasiten.

Den Büffel (Buffelus suahelicus) fand Schillings in den unzugänglichsten Sümpfen des Pangani, eine völlig nächtliche Lebensweise führend, und zwar auf einer fast unzugänglichen, ungesunden Flußinsel, auf der ein Mann nach dem andern an der Malaria erkrankte. Nach wochenlangem, durch Krokodilfang verkürztem Ausharren gelang es endlich, zur Nachmittagsstunde bei völlig bedecktem Himmel eine Herde von einigen sechzig Köpfen zu beschleichen und einen einzigen Stier zu erlegen. Daß dies kapitale Wild jetzt in Ostafrika so selten ist, verschuldet vor allem die unbarmherzige Rinderpest. Die spärlichen Reste werden leider unerbittlich verfolgt und so sind auch für diese schöne und stolze Wildart die Tage in Ostafrika gezählt.

Zu den seltsamsten und eigentümlichsten Erscheinungen der afrikanischen Fauna gehört die Giraffe, deren auffällige Gestalt in die heutige Tierwelt hineinragt wie eine Ruine aus längst vergangener Zeit. Zebra, Leopard und Giraffe erscheinen so auffällig gefärbt, daß man unwillkürlich erwartet, sie auch in ihrer Heimat mit Leichtigkeit wahrnehmen zu können. Aber gerade in ihrer Färbung finden diese drei Tierarten vorzüglichen Schutz. Sie sind ihrer Umgebung so vollkommen angepaßt, daß sie völlig in ihr verschwimmen und mit Leichtigkeit übersehen werden können, vor allem da man sie stets nur in einiger Entfernung, nie auf wenige Meter wie in zoologischen Gärten vor Augen hat.

Die Nahrung der Giraffe, die in Rudeln bis zu 45 und mehr Stück angetroffen wird, besteht hauptsächlich in dem Laube und den dünnen Zweigen verschiedener Akazienarten. Gras irgend welcher Art scheint sie freiwillig niemals aufzunehmen. Bewundernswert ist und bleibt es daher, daß sie sich in der Gefangenschaft so völlig an Heu, frisches Gras und Klee gewöhnt und viele Jahre dabei aushält, ja sogar zur Fortpflanzung schreitet; wie denn die Berliner Giraffen im Sommer 1905 sich der Geburt eines allerliebsten Kälbchens erfreuten. Die Wohlgenährtheit, in der sie, besonders alte Giraffenbullen, uns auf Schillings-Photographien entgegentreten, erlangen sie freilich in der Gefangenschaft nie. Mit Eintritt der Trokkenheit gehen sie aus den Ebenen auch in die Gebirgswälder bis 2000 Meter hoch.

In Südafrika ist die Giraffe seit langen Jahren ausgerottet, da ihre Haut dort die so sehr beliebten langen Peitschen für die Ochsenfuhrwerke der Buren lieferte. Jetzt werden die schon in Streifen geschnittenen Häute aus Ostafrika exportiert. Wenn die Giraffe flüchtig wird oder ihr Argwohn erwacht, findet unfehlbar ein heftiges Hin- und Herwedeln der Schwänze statt. Schillings ist der Ansicht, daß sich die Giraffen durch dies Schlagen und Wedeln mit den Schwänzen gegenseitig verständigen, und glaubt, daß diese seine vollkommen neue Ansicht bei der absoluten Stummheit des Tieres sehr viel Wahrscheinlichkeit hat. Ihm scheinen die mächtig ausgebildeten Wedel dieser Tiere Signale, durch die sie sich verständigen. A. H. Neumann, ein bekannter englischer Elefantenjäger, erwähnt mit Recht, daß niemals irgend ein Laut von einer Giraffe vernommen worden sei, und auch Schillings ist es nie gelungen, die Stimme oder auch nur ein Schnauben der Tiere zu vernehmen. Daß sie in den Steppengegenden Ostafrikas noch in so großer Anzahl existieren, erklärt sich dadurch, daß sie hier aus klimatischen Gründen — Tsetsefliege — nicht wie in Südafrika durch berittene Jäger verfolgt werden können.

Der Löwe dürfte sich wohl nur rudelweise oder wenigstens zu zweien an die Giraffe heranwagen; denn der furchtbare Schlag der langen Läufe, namentlich der Bullen, dürfte auch einen Löwen in Schach halten. Am Gileïvulkan erlegte Schillings einen Giraffenbullen, der deutlich tiefe Kratzwunden von Löwen aufwies und mit frisch abgebissener Schwanzquaste umherlief. Es bleiben die Überfälle des Raubtieres unter Umständen also vergeblich. Trotz alledem ist ein „Löwenritt", wie ihn Freiligrath erdacht, möglich; freilich würde er nur kurze Sekunden dauern, bis die gewaltigen Zähne der königlichen Riesenkatze mit furchtbarem Biß die obersten Halswirbel ihres Opfers zermalmt haben.

Es glückte unserem Forscher, in Deutsch-Ostafrika eine neue Art, die Küsten-Giraffe (Giraffa schillingsi), neben der Masai-Giraffe (Giraffa tippelskirchi) zu entdecken. Er entdeckte außerdem in der Masaisteppe eine neue gestreifte Hyäne (Hyaena schillingsi) neben der gewöhnlichen gefleckten. Man hätte vermuten sollen, daß ein so gemeines Raubtier wie die Hyäne sich unzähligemal dem Jäger und selbst dem Nichtjäger unter den Reisenden bemerkbar gemacht haben sollte, namentlich durch nächtlichen Raub, und daß sie vor allen Dingen den Eingeborenen bekannt gewesen wäre. Aber so wenig wie ein so vorzüglicher Beobachter wie Stuhlmann während seines Verweilens am Semliki jemals Kunde von dem späterhin entdeckten, so berühmt gewordenen Okapi erhielt, so wenig einige Antilopen, zum Beispiel Damaliscus hunteri, Tragelaphus euryceros u. a., Europäern bis vor kurzem zu Gesicht gekommen, so wenig war die häufig vorkommende gestreifte Hyäne Ostafrikas nachweislich bemerkt. Außerdem entdeckte Schillings eine neue Bergantilope, einen Klippspringer, der den Namen Oreotragus schillingsi erhielt, sowie mehrere Nagetiere. Unter den von ihm entdeckten Vögeln befindet sich außer dem schon erwähnten Weber ein neuer Geier (Pseudogyps africanus schillingsi) sowie drei zu den Sängern (Sylviidae) gehörende kleinere Vögel.

Zum Schluß sei noch der von Schillings gesehenen schwarz- oder weißgefärbten Ausnahmen in der ostafrikanischen Tierwelt Erwähnung getan. Er selbst fand melanistische Exemplare der Ginsterkatze (Genetta suahelica) und des Servalluchses am Kilimandscharo; dazu bemerkt er, daß der Leopard in Abessinien in schwarzen Stücken vorkommen müsse, da der Negus dort von altersher schwarze Leopardenfelle als seltene Auszeichnung an Würdenträger verleihe. Vom Löwen sind gänzlich schwarze Stücke nie bekannt geworden, sondern nur solche mit sehr schwarzer Mähne. Schneeweiße Exemplare des Wasserbocks sind mehrfach gesichtet worden und in einem etwa zweihundert Stück zählenden Rudel von Impallah-Antilopen bemerkte Schillings ebenfalls ein völlig weißes Weibchen.

Dem Leser sei es überlassen, diese wenigen Mitteilungen aus dem kaum zu erschöpfenden Schatze des Schillingsschen Werkes durch eigene Lektüre zu ergänzen, vor allem dem Jäger auf seinen in unserem Berichte gar nicht zur Geltung kommenden Pirschgängen durch die „herrliche, unendliche, unvergeßliche — deutsche — Masai-Nyika" zu folgen.

Etwas Ähnliches wie hier Schillings und doch wieder etwas von „Mit Blitzlicht und Büchse" Grundverschiedenes hat Dr. S. Passarge für Südafrika geschaffen.*) Er betrachtet vor allem die Geologie des Zentrums von Südafrika und zeichnet deshalb auch die Tierwelt hauptsächlich vom geologischen Standpunkte, das heißt er schildert, wie sie den Boden der Kalahari beeinflußt und umgestaltet hat. Anderseits zeigte sich aber auch der Boden für die ungeheure Entwicklung der nunmehr fast ausgerotteten Großsäugetiere Südafrikas ungemein vorteilhaft. Der an salzhaltigem Kalk reiche Boden der Karró und Kalahari, der Gebirge der Ost- und Westküste mußte ihre körperliche Entwicklung begünstigen. Ohne ihn wäre die Extraktion so enormer Mengen von Kalksalzen behufs Aufbau des Knochengerüstes der Millionen großer Tiere kaum möglich gewesen. Vielleicht fehlen deshalb der eigentlichen feuchten Tropenzone mit ihren fast stets kalkarmen Böden die Scharen großer Säugetiere. Passarge schildert die jahreszeitlichen Wanderungen der großen Huftiere und Wiederkäuer, denen die Scharen der bunten Räuber auf dem Fuße folgen, und schließt mit den Worten:

„Das Bild, das hier von dem Tierleben der Kalahari entworfen worden ist, paßt freilich nicht mehr für die Gegenwart. Die ersten Reisenden, die ins Land kamen, fanden wohl solchen Tierreichtum vor. Wo sind sie aber hin, die Scharen der Antilopen, der Zebras, Elefanten und Rhinozerosse? Verschwunden für immer, vernichtet durch die Feuerwaffen. Die meisten Händler und Jäger begannen den Vernichtungskrieg, die Trekburen räumten in den Siebziger- und Achtzigerjahren mit der Masse des Wildes auf, die mit Gewehren bewaffneten Schwarzen vollendeten die Ausrottung. Zum Überfluß kam 1896 auch noch die Rinderpest!"

Diese Tierwelt, nicht ihre spärlichen jetzigen Reste, ist in vieler Hinsicht für die Beschaffenheit der Kalahari von entscheidender Bedeutung gewesen. Passarge macht sie für die Entstehung gewisser Oberflächenformen, gewisser Sande, ja für den landschaftlichen Charakter mancher Gegenden verantwortlich.

Aus den heutigen Verhältnissen heraus wären zum Beispiel die rätselhaften Vleys, rundliche, allseitig geschlossene, in den Sand eingesenkte Pfannen, gar nicht erklärlich. Sie werden aber leicht verständlich, wenn man die Tätigkeit der großen Säuger in früherer Zeit berücksichtigt. Elefanten, Nashörner, Büffel, Wildschweine pflegen sich im Wasser der Tränke zu sielen. Der Elefant macht sich sogar ordentliche Badewannen, um sich die Seiten und den Rücken an den Wänden abzureiben. Auch das Nashorn zieht mit dicker Schlammschicht bedeckt von dannen; verdunstet das Wasser, so gräbt es mit dem Horne tiefe Löcher in den Schlammboden. So entstanden denn in flachen Senken, in denen das Regenwasser stehen blieb, unter dem Einfluß der zur Tränke kommenden Tiere tiefe Löcher, die durch das spülende Regenwasser in die flachen, rundlichen Vleys verwandelt wurden. Sollten nicht in ähnlicher Weise unter dem Einflusse der diluvialen Tierwelt Norddeutschlands die in manchen Gegenden des norddeutschen Flachlandes zahllos vorhandenen kleinen, meist ebenfalls kreisrunden, flachen Pfuhle oder Sölls entstanden sein, die man gewöhnlich entweder für Einsturzlöcher und Erdfälle oder für unter dem Gletscher entstandene Strudellöcher, Riesenkessel oder Gletschertöpfe in großem Maßstabe erklärt?

Der gleichen tierischen Erosion verdanken die Pfannenkrater ihre Entstehung. Die ursprüng-

*) Die Kalahari. Berlin 1904. Aus dem Tierleben in der mittleren Kalahari. Naturw. Wochenschr., Bd. 4 (1905), Nr. 22.

lich aus Kalkschlamm bestehenden Ablagerungen ehemaliger Brackwasserseen wurden, als sie trockengelegt wurden, von den zur Tränke kommenden Tieren durchwühlt. So entstanden durch Kalkausfuhr mit dem Trinkwasser und beim Sielen die Pfannenkrater, die, oft von Teichen erfüllt oder durch Flächen von Kalkgeröll untereinander verbunden, den landschaftlichen Charakter mancher Gegenden Südafrikas bedingen.

Sehr bedeutend ist die Wirkung der Herden großer Tiere in dem trockengelegten Sumpfland, also zwischen diesem und der Steppe. Dort liegt über hellem Flußsand eine hauptsächlich aus zersetzten Pflanzenresten bestehende Schlammschicht, die, wenn trocken, eine dunkelgraue, staubige Masse bildet. Jeder Fußtritt wirbelt dann Staub auf und galoppierende Herden sind in schwarze Wolken gehüllt. So wird durch die gemeinsame Einwirkung von Tieren und Winden die Schlammschicht sehr schnell abgetragen. Wenn die Schicht einige bis 20 Meter mächtig ist, können auch Kessel und Becken darin entstehen. Bei geringer Mächtigkeit von ½ bis 1 Meter wird sie von Erdeichhörnchen und Mäusen durchbrochen, durchwühlt, mit dem darunter liegenden Sande vermischt und unter dem Einfluß der den unterminierten Boden durchstampfenden Herden in einen humusreichen Sand verwandelt.

Dieser erfährt aber noch eine weitere Umwandlung, indem sich die Kleinsten unter den Kleinen seiner bemächtigen. Ameisen und Termiten siedeln sich in ungeheurer Zahl in ihm an, ihre Gänge und Nester durchwühlen den Boden, an der Oberfläche werfen sie Ringe und Haufen auf. Diese werden von Wind und Regen zerstört; der Wind trägt dabei die feinen, leichten Humusteilchen fort und läßt einen weniger humosen Quarzsand zurück. So entstehen die grauen Vleysande der Kalahari.

Ein Maß für die gewöhnlich übersehene, sicherlich aber unterschätzte Wirksamkeit der Bodentiere hat man in der Sandhaut der Kalahari. Darunter ist die 0·5 bis 1 Zentimeter dicke Lage hellen Sandes zu verstehen, die durchweg den Boden zwischen den Grasbüscheln, Bäumen und Sträuchern bildet. Unter ihr liegt die graue Vegetationsschicht. Diese Sandhaut ist durch das Verwehen und Verwaschen der durch die Tiere an der Oberfläche ausgeworfenen Sandhäufchen entstanden; dabei sind die lichten, humosen Stoffe ausgeblasen. Ein Versuch, die von den Tierchen emporgeförderte Sandmenge zu berechnen, liefert gewaltige Zahlen. Die Sandhaut eines Quadrats von 100 Kilometer Seitenlänge würde für einen Bahndamm von 2 Meter Höhe, 4 Meter Breite und 6250 Kilometer Länge, das heißt etwa eine Strecke von Johannesburg bis Kairo, genügendes Material liefern. Aus der Sandhaut der gesammten Kalahari könnte man ungefähr 150 solcher Dämme aufschütten, die, hintereinandergelegt, den Äquator mehr als dreiundzwanzigmal umspannen könnten. Und diese Sandmasse haben hauptsächlich Termiten und Ameisen in 50, oder auch nur in 20, vielleicht sogar in noch weniger Jahren geliefert!

„So sehen wir denn," schließt Dr. Passarge, „welche Bedeutung die Tierwelt in der Kalahari besitzt, sowohl die fast ausgerotteten großen Säugetiere als auch die nicht auszurottende, in mancher Hinsicht noch großartiger wirkende niedere Tierwelt. Aber nicht in der Kalahari allein, sondern in Steppen überhaupt dürfte diese von größter Bedeutung sein für die Bodenbeschaffenheit und für die Entstehung mancher Oberflächenformen. In den Llanos von Venezuela ist das sicher der Fall. Ganz wesentlich dürfte eine solche Wirkung in den Steppenländern südlich der Sahara sein. Hat man erst einmal angefangen, Beobachtungen über die geographisch-geologische Bedeutung der Tierwelt in Steppen zu machen, so wird man wohl noch manche überraschende und wichtige Resultate erhalten."

Biologisches aus aller Welt.

Da die Tierwelt des schwarzen Erdteils durch die Veröffentlichungen Schillings', Passarges und, um den dritten im Bunde nicht zu vergessen, Richard Kandts in seiner „empfindsamen Reise zu den Quellen des Nils"*) im Vordergrunde des Interesses steht, so sei hier zunächst noch etwas „Afrikanisches" nachgetragen.

Schillings tut der großen Menschenaffen, des Gorilla und des Schimpansen, in der Nähe der von ihm durchforschten Gegenden zwar Erwähnung, hat aber keinen von ihnen zu Gesicht bekommen. Da nun über das Freileben dieser Tiere so selten etwas ermittelt wird, so müssen uns auch schon Mitteilungen über gefangene Anthropoiden willkommen sein. Sehr interessant sind die Beobachtungen Direktor Grabowskis über den weiblichen Gorilla des Breslauer Zoologischen Gartens in der 76. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Als das Tier im Jahre 1897 dorthin kam, wog es 31½ Pfund; im August 1904 dagegen 66 Pfund. Es hat sich sehr gut eingelebt, mehrere Krankheitsanfälle und den 1901 eintretenden Zahnwechsel glücklich überstanden. Als Zeichen des Wohlbefindens ist das Schlagen der Brust mit den Fäusten, das sogenannte Trommeln, zu betrachten, das man bei den Gorillas der Wildnis als Ausdruck von Feindseligkeit ansieht. Die Sinnesorgane dieses Gorillas sind außerordentlich fein. Den Tritt des Wärters hört das Tier, ohne den Mann zu sehen, aus anderen heraus, und ebenso sieht es den Wärter auf 80 bis 100 Meter Entfernung unter anderen Menschen. Besonders fein, jedenfalls viel feiner entwickelt als beim Menschen, ist das Geruchsvermögen, denn es merkt die geringsten fremden Beimischungen in der Nahrung und ist gegen solche wie überhaupt für die Art und Güte derselben äußerst empfindlich. Dadurch gestaltet sich die Ernährungsfrage in der Gefangenschaft ziemlich schwierig. Die liebste Speise des Gorilla sind Brot- und Semmelkrusten, Kleehen, Akazienlaub, Rosenblüten, auch Obst, Datteln, Bananen, Mohrrüben und gekochter Reis oder Kartoffeln. Das Tier ist sehr schreckhaft, Gewitter flößt ihm Furcht ein und starke plötzliche Geräusche wir-

*) Caput Nili. Berlin 1904.

ken heftig und nachteilig auf sein Wesen und Befinden. Weißen Menschen gegenüber ist er sehr gleichmütig, anscheinend gleichgültig; in Wirklichkeit entgeht ihm jedoch nichts von seiner Umgebung. Gemeinsam mit allen Menschenaffen hat der Gorilla, jedoch noch in erhöhtem Maße, eine instinktive Scheu vor farbigen Menschen, besonders vor Schwarzen. Bei Annäherung der zeitweise im Zoologischen Garten auftretenden Tunesen flüchteten alle Menschenaffen sofort an die Rückwand ihres Käfigs und ließen sogar schon deutliche Zeichen der Aufregung erkennen, sobald sie einen Beduinen in der Ferne erblickten.

Den afrikanischen Entdeckungen Schillings schließen wir hier noch eine neuere an. Schon Stanley, der auch vom Okapi als einem „eselartigen Tier mit großen Ohren" gehört hatte, erwähnte in seinen Unterhaltungen öfter das Vorkommen eines riesigen schwarzen Schweines in den Waldungen am Semliki; er hat es selbst einmal gesehen und als eine neue Art oder Gattung betrachtet. Neuerdings sind Fellstücke und Schädel des Tieres in das Britische Museum gelangt und diese Teile von Tieren, die in der Nähe des Viktoriasees, 7000 Fuß über dem Meere, erlegt sind, beweisen, daß das Tier eine neue, sehr interessante Gattung darstellt, die das absonderliche Warzenschwein mit den mehr typischen Schweinen verbindet. Dem etwa warzenschweingroßen, mit langem, grobem schwarzen Haar bedeckten Tiere ist vorläufig der Name Hylochoerus Meinertzhageni gegeben. Außerdem ist kürzlich noch eine große tragelaphusähnliche Antilope mit kurzen gewundenen Hörnern, im Aussehen dem Nilghai ähnlich, zum Vorschein gekommen und als Baeocephalus euryceros beschrieben.

Aus Japan gelangte vor einiger Zeit ein kleines, dem Polarfuchs ähnliches, stark bepelztes weißes Tier in den New-Yorker Zoologischen Garten, das sich schließlich als ein Verwandter des in Nordjapan und China heimischen Raccoonhundes erwies. Es stammt aus Nordjapan, ähnelt einem kleinen arktischen Fuchse und ist ganz weiß, mit schwarzbraunen Flecken am Kopfe und um die Augen. Die Ohren sind schwarz, an der Rückseite braun; der Pelz ist dicht, weich und wollig, der Schwanz stark behaart, aber so kurz, daß er wie abgehackt aussieht. Die Klauen sind zwar lang, aber ebenso wie die schwachen Zähne wenig für Angriff und Verteidigung geeignet. Den dünnbehaarten Füßen merkt man an, daß das etwa 25 Zentimeter hohe Tierchen besonders zum Aufenthalt im Sumpf und auf den Tundren geeignet ist. Es empfing den Namen Nyctereutes albus, der weiße Raccoonhund.

Wehrhafter ist ein Vetter von ihm, der Polarwolf, der sich seit etwa einem Jahrzehnt sogar in Grönland eingebürgert hat, zum Schrecken der Renntiere und Moschusochsen. Nach einer Untersuchung von W. Kandern*) stammt diese im III. Jahrbuch abgebildete Wolfsart wahrscheinlich vom nordamerikanischen Festlande, wo im nördlichsten Kanada die nordamerikanische Wolfsart Canis occidentalis und der Polarwolf gemeinsam vorkommen. Sie stimmen bis auf ein Merkmal überein, auch wurden von ersterem Exemplare von weißer Farbe, die gleichwohl keine Albinos waren, südlicher, am Platte River, angetroffen. Da außerdem der Schädel des Polarwolfes größere Ähnlichkeit mit dem Schädel des amerikanischen als unseres Wolfes hat, so ist anzunehmen, daß der Wolf sich von dem Kontinent Nordamerikas nach dem arktischen Archipel verbreitet und hier zu der arktischen Varietät entwickelt hat. Die als Hyänenähnlichkeit gedeutete größere Höhe über der Schulter als über den Lenden ist nur bei jüngeren Tieren vorhanden, der Name Eishyäne also unberechtigt.

Da wir bei den arktischen Tieren dauernde Anpassungen an das Klima gewahren, so läßt sich annehmen, daß auch starke Schwankungen der Jah-



Der weiße Raccoonhund.

reszeit, sei es nach der warmen oder kalten, trockenen oder nassen Seite, nicht ohne Einfluß auf das organische Leben bei uns bleiben werden. So berichtet Dr. H. Simroth über merkwürdige Folgen des Sommers 1904 für die Färbung von Tieren.*) Nachdem in den letzten Jahrzehnten der Einfluß der Wärme auf die Färbung der Tiere durch manche Experimente festgestellt war,**) lag es nahe, nach den Folgen dieses auffallend warmen und trockenen Sommers zu fragen, der bei seiner hohen Wetterbeständigkeit und dem Zurücktreten ergiebiger Gewitterregen an der Tierwelt kaum spurlos vorübergegangen sein konnte. Da auch Frühjahr und Sommer 1903 ähnlichen Charakter gezeigt hatten, und da im allgemeinen die damals erzeugte Generation die Eltern des Jahrganges 1904 darstellt, so läßt sich annehmen, daß wenigstens eine Reihe von Tieren in ihrer Fortpflanzung durch zwei Generationen unter dem Einfluß trockener Wärme gestanden hat. Als Beobachtungsgebiet gilt zunächst Mitteldeutschland.

Anfang August 1904 fielen dem Beobachter im Garten Veränderungen an den gewöhnlichsten Schmetterlingen, Fuchs, Landkärtchen u. a., auf. Namentlich schien eine Reihe von Dunkelfärbungen (Melanismen) aufzutreten. Prof. Standfuß in Bern bestätigte diese Beobachtung. Der Nesselfal-

*) Zool. Jahrbücher, Abt. für Syst. u. s. w., Bd. 21 (1905), Heft 4.

*) Biolog. Zentralbl., Bd. 25 (1905), Nr. 7.
**) S. Jahrb. I, S. 148 ff.

ter zum Beispiel trat in der auf Korsika fliegenden Wärmeform (Vanessa urticae var. ichnusa) auf; die Erscheinung war nach Standfuß an den Tagfaltern so allgemein, daß uns zwanzig derartige Sommer hintereinander eine Mittelmeerfauna bescheren würden. Von anderer Seite wurden ähnliche Fälle berichtet. Der kleine Heufalter (Coenonympha pamphilus) zeigte scharf ausgesprochenen Melanismus, bei den Schillerfaltern war die Grundfarbe so dunkel, daß sie dadurch ein fremdartiges Aussehen erhielten, besonders die Männchen. Auch die Erdhummel zeigte 1904 Melanismus, insofern die Hinterleibsspitze nicht buntgeringelt, sondern einfach schwarz war.

Die Amsel zeigte in keinem Jahre so viele Abweichungen wie 1904. Weiße Exemplare traten mehrfach auf, daneben weiß- und schwarzgefleckte und gleichmäßig graue, sämtlich in Leipzig, wo auch ein schwarzer Haussperling beobachtet wurde. In wunderlicher Weise wurden die Haushühner, hauptsächlich die gewöhnliche Landrasse der Bauern, beeinflußt. Die jungen Hähne waren weit gegen die Norm in der Minderzahl gegenüber den Hennen, dunkle Stücke waren ganz selten und die helle Farbe überwog in auffallender Weise, namentlich hellgelb.

Auch unter den Säugetieren gab es Abweichungen. Bei Delitzsch fand Dr. Simroth eine große kohlschwarze Brandmaus, bei Großheringen traten schwarze Hamster, von denen einer schon 1903 beobachtet war, nicht selten auf; sie übertrafen die normalen an Größe, während die gleichzeitig mit ihnen auftretenden blaßgelben Albinos hinter den normalen zurückblieben. Ferner waren auffallend viele schwarze Eichhörnchen sowie in einem Walde bei Maßlau an der sächsisch-preußischen Grenze zahlreiche schwarze Spitzmäuse sichtbar.

Für die von Dr. Simroth versuchte, zum Teil an seine Pendulationshypothese*) anknüpfende Erklärung dieser Erscheinungen, die zum vollen Austrag der Frage doch nicht zahlreich und umfassend genug sein dürften, sei auf die interessante Arbeit selbst verwiesen.

Offenbar haben wir es hier mit Anpassungen, wenngleich nur schwankenden und vorübergehenden, zu tun. Was die Natur aber durch lange fortgesetzte, stets in derselben Richtung arbeitende Anpassung vermag, lehrt uns ein Blick auf die unterirdisch lebenden Säugetiere, deren Biologie H. W. Shimer**) in einer interessanten Arbeit behandelt hat.

Äußerlich betrachtet zeigt der Körper der „echten Graber" mit verschwindenden Ausnahmen eine mehr oder weniger spindelförmige Gestalt, wie sie bei dem Aufenthalt in einem so dichten Medium, wie die Erde es darstellt, in erster Linie erforderlich ist. Die Augen sind unvollkommen entwickelt oder rückgebildet, denn sie sind einerseits unnütz, anderseits wären sie unter der Erde sogar schmerzhaften Verletzungen ausgesetzt. Die äußeren Ohren neigen ebenfalls zur Verkleinerung und zum Schwund. Die Gliedmaßen sind kurz und gedrungen, da die Fähigkeit der schnellen Fortbewegung für einen echten Graber weit weniger wertvoll ist als das Vermögen, tüchtig zu wühlen. Für letzteren Zweck sind die Hände breit, gedrungen und mit langen Krallen versehen, ferner sind die Füße befähigt, die lose Erde nach hinten zu werfen. Der Schwanz als ziemlich nutzloser Körperanhang ist in der Regel kurz.

Den äußerlichen Anpassungen entsprechen ebenso zweckmäßige innere am Skelett. Der Schädel hat die Gestalt eines mit der Spitze nach vorn gerichteten Dreiecks, die Jochbögen ragen nicht über die breiteteste Stelle des Schädels hervor; denn alle Vorsprünge des Schädels, als dem Vorwärtsdringen in der Erde hinderlich, neigen zur Rückbildung. Gelegentlich ist statt dessen sogar ein eigener Rüsselknochen entwickelt, zum Beispiel beim Maulwurf. Die Schneidezähne sind meißelförmig und ragen nach vorn hervor; bei manchen Wühlern verhindern sie so das Eindringen von Erde in den Mund, bei anderen unterstützen sie die Grabtätigkeit. Die Hals- und Lendenwirbel, mehr oder weniger miteinander verschmolzen, geben dem Körper beim Vorwärtsdrängen die nötige Kraft und Festigkeit; die hochgradig verwachsenen Kreuzbeinwirbel erlauben, den Hauptdruck beim Vorwärtsstoßen durch das Kreuz erfolgen zu lassen. Das Brustbein ist kräftig entwickelt und zeigt Festigkeit, große Kraft und breite Flächen für die Anheftung der mächtig entwickelten Grabmuskeln. Auch die kräftigen Knochen der Vordergliedmaßen besitzen stark hervorragende Angriffspunkte für die Muskulatur, während die Knochen der Hintergliedmaßen nicht so stark wie die der Arme entwickelt sind.

Als physiologische Anpassung ist der Winterschlaf zu betrachten, der die grabenden Säugetiere, besonders die pflanzenfressenden, der Mühe überhebt, sich in der kalten Jahreszeit dem Hunger und dem Froste auszusetzen.

Shimer führt als grabende Säugetiere zwei Kloakentiere, das Schnabeltier und den Ameisenigel, vier Beuteltiere (Wombat, Känguruhratte, Beutelferkel und Beutelmaulwurf), von den Zahnarmen die Gürteltiere und das Erdferkel, unter den Insektenfressern den Maulwurf, den Sternmull, den Wasserwurf, die Wasser- und die Bisamspitzmaus, den Igel und den Goldmaulwurf, zahlreiche Nagetiere und endlich vier Raubtiere auf, nämlich den Otter, den Honigdachs, den Stinkdachs und unseren Dachs, fast sämtlich primitive und wehrlose Tiere, die des schützenden Erddaches wohl bedurften.

Den Vogelfreunden.

Die Ornithologie bringt wie alljährlich auch diesmal eine Fülle von Beobachtungen, die, des äußeren Zusammenhanges entbehrend, auch hier in regelloser Folge, wie man einen Strauß bunter Feld- und Wiesenblumen zusammenfügt, vereinigt werden mögen.

Ob die Vögel riechen und schmecken können? Diese Frage mag im ersten Augenblick manchem Leser widersinnig erscheinen; haben doch die Vögel Nasenlöcher und eine Zunge. Und doch ist sie nicht ganz unberechtigt. Die Zunge dient ja nicht nur als Polsterbett für die feinen Endigungen des Ge-

*) S. Jahrb. I, S. 50; II, S. 112.
**) Naturwiss. Wochenschr., Bd. 4 (1905), Nr. 7, nach »Americ. Naturalist«.

schmacksnerven, sondern auch noch verschiedenen anderen Zwecken, und in der Tat hatte man bis vor kurzem Geschmacksorgane nicht darin entdeckt. Merkel in seinem Werke „Die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbeltiere“ verneinte ihr Vorkommen. Nun hat jedoch E. Botezat in einer Arbeit über „Geschmacksorgane und andere nervöse Endapparate im Schnabel der Vögel“*) das Gegenteil festgestellt. Er fand in der weichen Haut der hinteren Zungenpartien, auf der Oberseite, dem Rande und der Unterseite der beiden hinteren Zungenflügel, ferner um den Schlund herum und im weichen Gaumen Geschmacksknospen zweifacher Art: solche, die in ihrer Beschaffenheit den bei allen übrigen Wirbeltieren vorkommenden Endknospen gleichen, in ihrer Form aber zwischen jenen der Säugetiere und der Fische stehen und denen der Kriechtiere am ähnlichsten sind, und solche, die als spezifisch für die Vögel anzusehen sind. Wenn wir also gelegentlich von Gourmands unter den Vögeln hören, so brauchen wir die Tatsache nicht in Zweifel zu ziehen; die Organe der Feinschmeckerei sind vorhanden.

Mit einer Arbeit über die auf Bestäubung durch Vögel eingerichteten (ornithophilen) Blüten beschäftigt, kam ich vor Jahren auf die Frage, ob die Vögel riechen könnten; denn die meisten ornithophilen Blüten scheinen wenig stark oder gar nicht zu duften. Der erfahrene Ornithologe Karl Ruß, an den ich mich um Auskunft wandte, antwortete in einem Artikel seiner Zeitschrift,**) daß er den Geruchssinn der Vögel für ebenso entwickelt halte wie ihre übrigen hoch ausgebildeten Sinnesfähigkeiten. Er belegte das durch überzeugende Beispiele aus seiner Erfahrung sowohl hinsichtlich der Honigvögel als auch im allgemeinen. Die Frage, ob Vögel riechen können, scheint jedoch auch jetzt noch nicht überall für gelöst zu gelten; denn erst kürzlich tauchte sie in einer englischen Zeitschrift wieder auf.***) Sie wurde auch hier aus verschiedenen Gründen bejaht und dürfte damit wohl endgültig aus der Welt geschafft sein.

Das Rätsel des Vogelzuges läßt die Zoologie nicht zur Ruhe kommen. V. Häcker†) versucht, den Einfluß meteorologischer Verhältnisse auf die Ankunftszeiten der Zugvögel festzustellen. Es gelang ihm, für eine ganze Anzahl unserer Singvögel, zum Beispiel das Rotkehlchen und das Rotschwänzchen, den Weidenlaubvogel, Fitis, Girlitz und die Braunelle, für Südbaden und das mittlere Württemberg einen Zusammenhang zwischen ihrer Ankunft und föhnigem Wetter nachzuweisen. In diesen Gegenden erscheinen bestimmte Vogelarten immer gleichzeitig miteinander, obwohl sie in den einzelnen Jahren zu sehr verschiedenen Zeiten anlangen, so zum Beispiel Rotkehlchen und Weidenlaubvogel 1885 am 14. März, 1888 am 15. April. Nach Häckers Beobachtungen gelangen die genannten Vögel aus Afrika stets

*) Biol. Zentralbl., Bd. 24, Nr. 21/22.
**) Die gefiederte Welt, 22. Jahrg. (1893), Nr. 30
***) Nature, Bd. 71, S. 318.
†) Die Umschau, 9. Jahrg. (1905), Nr. 4. Referat von Dr. Reh.

mit dem Scirocco nach der Riviera oder Oberitalien. Hier sammeln sie sich und warten das Eintreffen von Föhnstimmung ab, die für sie das Signal zum Aufbruch bildet. Durch den Föhn lassen sie sich dann über die Alpen bis in die bezeichneten Gegenden Süddeutschlands tragen, von denen aus die Weiterwanderung weniger durch bestimmte Luftströmungen als durch andere Faktoren veranlaßt werden mag.

Zu solchen Faktoren mag nach Dr. Köpert*) das zeitliche Erscheinen der Nahrungstiere der Zugvögel und deren Nahrungspflanzen zählen. Köpert stellte aus einer Reihe von Beobachtungen fest, daß, je nördlicher ein Punkt, je höher die Lage, desto später die Ankunft der dort übersommernden Vogelwelt stattfindet. Daß die Temperatur an sich diese Verspätung oder Verfrühung bedingt, ist nicht anzunehmen, da das Federkleid der Vögel einen so vorzüglichen Wärmeschutz bildet, daß selbst zarte Vögel wie Zaunkönig und Meise bei uns überwintern und zarte Exoten im Freien in einer Voliere den Winter ohne Schaden überstanden haben (nach Joh. Glas in der „Gefiederten Welt“, Jahrg. 33, Heft 32, Gouldamadinen, Tigerfinken, indische Fliegenschnäpper). Dagegen ist die Entwicklung der Pflanzen hauptsächlich von der Temperatur abhängig, und indem Dr. Koepert die durchschnittlichen Ankunftsdaten der Nachtigall aus 47 über ganz Deutschland zerstreuten Beobachtungsstationen mit dem phänologischen Erstfrühling**) dieser Stationen verglich, ergab sich eine merkwürdige Übereinstimmung beider Daten, dergestalt, daß die Ankunft des Vogels hinter dem Tage des Erstfrühlings an sechs Orten gar nicht, an zwölf Orten um einen Tag, an acht Orten um zwei Tage, an je sechs Orten um drei beziehungsweise vier Tage und so fort bis zu einem Orte mit acht Tagen zurückblieb. Die Nachtigall kann an einem Orte erst dann wieder leben, wenn die für sie nötigen Nahrungstiere ihre Lebenstätigkeit wieder aufgenommen haben, und diese, Insekten zumeist, sind von dem Erscheinen der Vegetation abhängig. Für den strikten Nachweis dieses Zusammenhanges wäre freilich zweierlei festzustellen: 1. von welchen Tieren sich unsere Zugvögel bei ihrer Rückkehr ernähren, 2. wann die betreffenden Nahrungstiere an den einzelnen Beobachtungsorten erscheinen. Beides ist in den wenigsten Fällen schon ermittelt. Auch beim Vogelzuge wird sich schließlich ergeben, daß ein einziger Faktor zur Erklärung dieser vielseitigen Erscheinung nicht ausreicht, und daß sich Erklärungen wie die beiden vorliegenden sowohl untereinander als auch mit denen älterer Beobachter, wie zum Beispiel der Gebrüder Müller (s. Jahrb. III, S. 218) sehr wohl vereinigen lassen.

Rätselhaft wie der Wandertrieb im allgemeinen erscheint das Verhalten einzelner Vogelarten, zum Beispiel der Wacholderdrossel, deren Unstätheit W. Schuster in einer sehr mühsamen Unter-

*) Naturw. Wochenschrift, Band 4 (1905), Nr. 8.
**) Unter Erstfrühling versteht man die Jahreszeit, die dadurch gekennzeichnet wird, daß in ihr Holzpflanzen mit gleichzeitiger Entwicklung der Blüten und Blätter zur Blüte gelangen, z. B. Spitzahorn, Kirsche, Birke.

suchung behandelt.*) Aus ihr ergibt sich, daß diese Drosselart nicht, wie vielfach angenommen wird, in den letzten Jahrzehnten in Deutschland eingewandert ist, sondern wahrscheinlich seit der Tertiärzeit ein guter deutscher Brutvogel ist, der seine südlichste Verbreitungsgrenze in der Schweiz hat. Merkwürdig ist ein zigeunerhafter Wanderinstinkt dieses Vogels, der ihn in verschiedenen Jahren an verschiedenen Örtlichkeiten, meist kolonienweise brüten läßt. Ein Grund, aus dem die vorjährigen Brutstätten aufgegeben werden, ist schwer ersichtlich.

Nicht minder strittig als die Gründe des Vogelzuges ist die Höhe des Vogelfluges, ein Punkt, über den kürzlich v. Lucanus eine Broschüre veröffentlicht hat.**) Wie beim Vogelzuge die Gründe der Ankunft und des Abzuges verschiedene sein können, so ist beim Vogelfluge auseinanderzuhalten, ob es sich um den Wanderflug handelt oder um den Hochflug gewisser Arten zu anderen Zwecken. Es bemerkt zum Beispiel Schillings in seinem Werke „Mit Blitzlicht und Büchse": Geier und Raben erheben sich zu ungeheuren Höhen. Den weißbrüstigen Raben (Corvultus albicollis) beobachtete Prof. Hans Meyer noch bei 5500 Meter Höhe am Kibogipfel und Geier sah ich ebenfalls nicht selten aus weltferner Höhe aus den Lüften sich auf eine Beute herabsenken. Wenn dagegen v. Lucanus auf Experimente mit Vögeln unter der Luftpumpe (!) verweist, bei denen der Rüttelfalke (Tinninculus) schon bei 278 Millimeter Barometerhöhe (entsprechend etwa 7500 Meter Höhe) Erbrechen bekam, oder auf die große Kälte in solchen Höhen, so ist das meines Erachtens gar nicht beweisend. Unter die Luftpumpenglocke gesteckt, kauert der Vogel allerdings erschlafft zusammen, in freier Höhe aber schafft er sich eben durch die Muskelarbeit, die er dort zu leisten gezwungen ist, die erforderliche Innenwärme, die ihn vor dem Erfrieren schützt. Erfrieren denn etwa Bergsteiger während des Steigens in solchen Höhen oder während des Ausruhens? Mit dem künstlichen Experiment und der umfangreichsten Statistik kann man der lebenden Natur gegenüber meist beweisen, was man Lust hat; glücklicherweise kehrt sie sich nicht daran.

Daß die Wandervögel auf ihrem Zuge sich den Luftströmungen anschmiegen und dabei nicht höher steigen, als eben nötig ist, wenn möglich nur so hoch, daß sie den Überblick über die Erdoberfläche nicht verlieren, ist ebenso natürlich, als daß Vögel auf der Nahrungssuche behufs weitester Umschau Höhen erfliegen, die dem Experimentator an der Luftpumpe ein Kopfschütteln ablocken. Dadurch brauchen wir uns das Zeugnis Humboldts, der den Kondor in Höhen über 6000 Meter stundenlang kreisen sah, nicht abstreiten zu lassen.

Eine sehr interessante Untersuchung über Flügelgröße und Körpergewicht hat Robert v. Lendenfeld ausgeführt.***) Aus den von ihm benützten Tabellen ergibt sich, daß bei den fliegenden Tieren das Verhältnis der Flügelfläche zum Körpergewicht nicht, wie man wohl annehmen möchte, ein feststehendes, sondern ein ungemein schwankendes ist. So hat zum Beispiel die Trappe auf 1 Gramm Körpergewicht nur 62, der Kohlweißling dagegen 11.600 Quadratmillimeter Flügelfläche. Im allgemeinen sind die Flügel um so größer, je kleiner und leichter das Tier ist, dem sie angehören. Doch nimmt dies Verhältnis keineswegs regelmäßig und stetig mit abnehmendem Körpergewicht zu. Die Abweichungen von der allgemeinen Regel beruhen wohl darauf, daß die Flugart bei verschiedenen Tieren verschieden ist. Einige Flieger, zum Beispiel Spatz und Biene, überwinden die Schwerkraft durch rasche Bewegung ihrer Flügel, andere (Albatroß, Seeadler u. s. w.) dadurch, daß sie die kleinen Strömungen in der Atmosphäre sowie die latente, bei Beginn eines auf sie geübten Druckes besonders große Widerstandskraft der Luft ausnützen. Diese beiden extremen Flugarten der Flatterer und der Segler werden durch eine ununterbrochene Reihe fliegender Tiere verbunden, die keine der beiden Fliegeweisen ausschließlich bevorzugen.

Naturgemäß haben die Flatterer kleine, von kräftigen Muskeln rasch, die Segler große, von schwächeren Muskeln langsamer bewegte Flügel. Stellt man eine Tabelle der Flatterer für sich und ebenso der Segler auf, so zeigt sich in jeder Fluggattung die Größenzunahme der Flügel mit abnehmendem Körpergewicht rein und deutlich. Der Widersinn, der in diesem Verhältnis zu liegen scheint, läßt sich im Hinblick auf das biologische Grundgesetz der Sparsamkeit, wonach die Organe im allgemeinen nicht größer werden als es zu ihrer Leistungsfähigkeit erforderlich ist, nur durch die Annahme lösen, daß die kleineren Tiere verhältnismäßig größerer Flügel bedürfen, um dasselbe wie die großen mit ihren relativ kleineren Flügeln leisten zu können. Daß eine Flügelfläche von 67 Quadratmillimetern für 1 Gramm Körpergewicht hinreicht, den Albatroß in den Stand zu setzen, zu segeln, während die Lachmöve 336, also das Fünffache an Fläche dazu braucht, läßt sich nur erklären, wenn man annimmt, daß der Widerstand der Luft gegen bewegte Flächen (Flügel) nicht in geradem Verhältnis zu ihrer Größe steht, sondern bei zunehmender Flächenausdehnung rascher als die Fläche wächst.

v. Lendenfeld berechnet schließlich, mit Hilfe welcher Flügelgrößen der Mensch, dessen Muskelkraft zum Flatterfluge nicht ausreicht, der also Segelflug ausüben müßte, fliegen könnte, und findet, daß er, Körpergewicht samt künstlichen Flügeln auf 90 Kilogramm angenommen, 2,700.000 Quadratmillimeter Flügelfläche haben müßte, um wie ein Albatroß segeln zu können. Er würde also zwei zusammen 2·7 Quadratmeter große Flügel brauchen, von denen jeder, wenn er die Form des Albatroßflügels hätte, etwa 3 Meter lang und am Grunde 60 Zentimeter breit wäre. „Flügel von solcher Größe rasch und sicher zu handhaben und schnell genug zu drehen und in ihrer Form zu verändern, um all die kleinen Strömungen der Atmosphäre auszunützen, wird gewiß nicht allzu schwer sein, weshalb kein Grund vorliegt, warum nicht

*) Mitteil. des Österr. Reichsbundes für Vogelkunde 2c. 1905, 5. Jahrg.

**) Die Höhe des Vogelzuges. Neudamm 1904.

***) Naturw. Wochenschrift. Bd. 3, Nr. 60 (1904).

auch der Mensch im stande sein sollte, die Kunst des Segelfluges zu erlernen."

Wir wenden uns nun zu den Lautäußerungen einiger Vögel. W. Schuster wirft die Frage auf: Klappert der schwarze Storch? Mancher Leser würde um eine Antwort in Verlegenheit sein, und obwohl ich in der Jugend jahrelang einen Gefangenen der Art vielfach gesehen und mit ihm gespielt habe, entsinne ich mich nicht, jemals einen Laut von ihm gehört zu haben. Verschiedene von Schuster angeführte ältere Autoren bezeugen jedoch das Klappern des „Schwarzen", und auf Grund ihrer Aussagen und der Zeugnisse von Naumann, Lenz und den Brüdern Müller müssen wir annehmen, daß er klappern kann, und zwar in höherem Tone und nicht so stark wie der weiße Storch, daß er es aber nur recht selten tut (Naturw. Wochenschrift, Bd. 3, Nr. 60).

Über das Trommeln des Spechtes hat Dr. E. Hesse an dem großen Buntspecht des Zoologischen Gartens zu Leipzig folgendes beobachtet. Durch einen weit nach hinten ausholenden kräftigen Schlag gegen einen der vier senkrechten Pfosten seines Käfigs setzte der Vogel seinen Kopf, nicht den Pfosten, in eine vibrierende Bewegung, so daß der Schnabel wiederholt gegen das Holz schlug. Die zitternde Kopfbewegung des Spechtes hat Hesse auch bei freilebenden Spechten im Walde sehr oft mit bloßem Auge und durchs Glas gesehen. Dagegen hat er niemals beobachtet, daß das Tier nach dem ersten kräftigen Schlage seinen Kopf ruhig an den angeblich stark vibrierenden Ast hielt und so, wie vielfach angenommen wird, das laute Schnurren erzeugte. Die dürren, beim Trommeln benützten Astzacken verstärken natürlich den Schall. Also nicht der Ast zittert gegen den ruhig gehaltenen Schnabel, sondern dieser vibriert gegen den stillstehenden Ast (Ornithol. Monatsberichte, 13. Jahrg. 1905, Nr. 6/7).

Von musikalischen Plagiaten der Haubenlerche berichtet Ph. Depdolla. Er stellte im Gesang des Vogels Elemente fest, die offenbar dem Repertoire anderer Sänger entlehnt waren, eine Eigentümlichkeit, die man sonst wohl an Star und Eichelhäher beobachtet hat. Häufiger zu hören gab er die rollenden Locktöne des Grünfinken, manchmal auch Teile aus dem Gesange der Hänflinge, nicht selten auch das unverkennbare „witwit" der Rauchschwalbe und jenen charakteristischen Ton „ziewieß-ziewieß", mit dem dieselbe Schwalbe ihren Genossen etwas Verdächtiges oder Gefährliches anzeigt. Ebenso wurden der eintönige Gesang des Hausrotschwanzes, das Gezänk der Hausspatzen und die Locktöne einer Bachstelze zu einer Zeit, als letztere noch gar nicht eingetroffen war, gehört (Naturw. Wochenschrift, Bd. 4, Nr. 2).

Aus dem Leben der Spechte finden wir in einer Insektenzeitschrift einige merkwürdige Nachrichten.*)

Der Schriftführer des Vereines für schlesische Insektenkunde, Prof. Dittrich, teilt nach „Prometheus" mit, daß der Schwarzspecht ebenso wie der Grünspecht im Winter Gänge in die Nester der roten Waldameise (Formica rufa) grabe, oft so tief, daß er ganz darin verschwindet, und massenhaft die erstarrten Ameisen fresse. Neben den Nestern sind dann die Gewölle mit den zum Teil völlig erhaltenen Ameisenleibern, umgeben von einer eigentümlichen Chitinhülle, zu finden.

Dazu bemerkt ein anderes Mitglied, diese Beobachtung über die Lebensweise des Grünspechtes habe in den Kreisen der Vogelkenner teils Widerspruch, teils Bestätigung gefunden. Von einer Seite wird behauptet, daß sich in der Umgebung von Ameisenhaufen durch herabgefallene Zweige und Blätter Wälle bilden, die von Larven des Rosen- oder Goldkäfers (Cetonia) bewohnt werden: diesen stelle dann der Specht nach. Ein Oberförster aber bestätigt, daß der Grünspecht Ameisen fresse, was sich an den Gewöllen, wie oben bemerkt, deutlich erkennen lasse.

Es wird bezweifelt, daß der Schwarzspecht den Ameisennestern nachstelle, da er und die Buntspechte Baumtiere sind, während der Grün- und der Grauspecht zu den Erdtieren gehören. Die Wälle um die Ameisenhaufen seien doch nur selten, und die Cetonia-Larven lebten oft in den Nestern der Ameisen selbst.

Die Heringsmöve (Larus fuscus) hat v. Quistorp am 28. Dezember 1904 an der Peene als Raubvogel festgestellt. Das Tier schlug regelrecht wie ein Falke eine Ente (Schell- oder Bergente) im Fluge. Diese fiel aufs Wasser und tauchte unter, die Möve wartete, sich gleichfalls setzend, ihr Emportauchen ab, stieß auf die Tauchende wieder und wiederum, bis es ihr nach reichlich einer Viertelstunde gelang, die Ente völlig zu ermatten. Nun stellte sich die Möve mit ausgebreiteten Flügeln, um das Gleichgewicht zu halten, auf den Körper der Ente, hackte auf Kopf und Brust ein und begann augenscheinlich zu kröpfen (fressen). Drei andere Larus, die mitzutafeln wünschten, jagte sie davon (Ornithol. Monatsberichte, 13. Jahrg., S. 50).

Über die Bau- und Nistweise einiger Vögel gibt es folgendes zu berichten. Zu den Höhlenbrütern (s. Jahrg. III, S. 228) gehört auf der Insel Texel bei Holland wahrscheinlich auch die Hohltaube, die hier auf den sandigen Dünenbergen in Kaninchenhöhlen zu nisten scheint. Für die schottische Küste fand Wilh. Schuster unter den biologischen Gruppen des British-Museum zu London eine darauf hinweisende mit der Aufschrift: In waldigen Gegenden werden Baumstümpfe und Baumhöhlungen (von der Hohltaube) gewöhnlich benützt, in baumlosen Gegenden jedoch werden die zwei weißen Eier in Kaninchenbauen oder unter dichtem Strauchginstergestrüpp abgelegt; auch Efeu an Felswänden und alten Mauern, alte Nester anderer Vögel und Eichhörnchennester werden dazu benützt (Mitteil. des Österr. Reichsbundes für Vogelkunde und Vogelschutz, 5. Jahrg. 1905).

Das Verschwinden der Hausschwalbe aus den Städten führte Dr. J. Gengler nach Beobachtungen in Erlangen darauf zurück, daß es den Tieren infolge durchgängiger Pflasterung der Straßen an der Möglichkeit mangelt, sich mit Nest

*) Zeitschr. für Entomologie, Heft 29. Breslau 1904.

baustoffen zu versorgen. Wo noch feuchte Plätze und ungepflasterte Straßen vorhanden sind, baut auch die Schwalbe. Muß sie dagegen ihren Baustoff von weit her holen, so ist er häufig bei der Ankunft am Nest schon so trocken, daß er beim Versuch des Anklebens zur Erde fällt. Gengler ist der Ansicht, daß die Hausschwalbe nicht Speichel zum Ankleben verwendet, obwohl sie die Bauklümpchen im Schnabel ganz hinten am Rachen herzuträgt (Der Zool. Garten, Jahrg. 46, Nr. 7).

Ich kann für Berlin bestätigen, daß da, wo Rasenflächen und -Streifen vorhanden sind, zum Beispiel an den Ufern des südlichen Schiffahrtskanals oder mitten in der Stadt auf den großen Schmuckplätzen, die Schwalben noch in Menge vorhanden sind. Vor meiner Wohnung oder bei der Königlichen Bibliothek am Opernhausplatz sehe ich sie täglich in Scharen jagen.

W. Schuster*) weist auf einige besonders im Nestbau zur Geltung kommende Züge von Mischcharakter im Wesen des grauen Fliegenschnäppers (Muscicapa grisola) hin. Das hier als echter, wenn auch nicht sehr scheuer Waldvogel in Gesellschaft von Spechten, Kleibern, Goldhähnchen Meisen, dort als Hausvogel auftretende Tierchen durchläuft hinsichtlich des Nestbaues alle Phasen vom Nestflechter bis zum Brutschmarotzertum. Es setzt gut und fest geflochtene Nester auf die von ober her gedeckten Balkenknäufe eines Holzschuppens, es baut in Astgabeln und frei auf dünneren Ästen, hier brütet es in Baumhöhlen, dort in den kleinen Grablaternen auf dem Friedhof in Köln, ja es annektiert sogar die Nester des Buchfinks, der graugelben Bachstelze, der Rauchschwalbe. So zeigt nach W. Schuster der Fliegenschnäpper in seinem unsicher umhertastenden Ausprobieren, daß die ganze Art, im Übergange zur Abhängigkeit vom Menschen und seinem Domizil begriffen, noch nicht mit sich selbst ins Reine gekommen ist.

Über ein interessantes Doppelnest eines Gartenrotschwänzchens berichtet Prof. Dr. Killermann. Es fand sich in einem zur Seite gestellten Bienenkorbe in Donaustauf und zeigte bei 30 Zentimeter Durchmesser zwei ungefähr 5 Zentimeter weite und tiefe Nistmulden, die offenbar zu gleicher Zeit angelegt sind; denn der locker zusammengefügte Bau ist ein ganz einheitlicher, die Fasern sind durchgezogen, so daß die beiden Teile nicht auseinanderfallen. In einer Mulde fand man ein Gelege von sechs spangrünen glattschaligen Eierchen. Die Deutung der Erscheinung ist nicht ganz leicht. Sollten es zwei Pärchen gewesen sein, welche Wohnungsnot aufs engste vereinigte, oder hat ein Vogelpärchen hier gleich das Nest für die zweite Brut geschaffen, für welche nach Brehm stets eine andere Baumhöhlung zur Anlage gewählt wird? (Naturw. Wochenschrift, Bd. 4, 1905, Nr. 22.)

Derselbe Autor hat auch einen höchst anziehenden Bericht über leuchtende Vogelnester und Vögel verfaßt.**) Schon bei Plinius findet sich eine alte Sage vom leuchtenden Vogel im Herzynischen Waldgebirge, einem Tiere, dessen Gefieder nächtlicherweile wie Feuer leuchte. Erst Oken greift diese Sage wieder auf und spricht von ihr gelegentlich seiner Abhandlung über die Singdrossel: „Sie macht ein halbkugelförmiges Nest auf niedere Baumäste aus Moos, Lehm, Kuhmist und feuchtem Holze, welches vielleicht des Nachts leuchtet. Man vermutet daher, daß es zu der Sage der Alten vom leuchtenden Vogel im Harzwalde Veranlassung gegeben habe."

Die Rolle der leuchtenden Pilze im Walde, besonders des Hallimasch, ist im vorhergehenden Kapitel (Botanik) beleuchtet worden. Die Myzelfäden dieser Pilze, der Sitz des Leuchtens, durchziehen faulendes Holz und moderne Blätter. Da nun die Singdrossel mit Vorliebe faules Holz oder feine Holzsplitter von Weidenbäumen mittels ihres Speichels zu Mörtel verarbeitet, um damit ihr Nest inwendig auszutünchen, es auch äußerlich mit Tannenreisern, Moos und wohl auch Laub überkleidet, so mag es sich vielleicht ereignen, daß das Nest phosphoresziert und in dunkler Nacht sichtbar wird.

In den Sechzigerjahren des 19. Jahrhunderts sollen nach glaubwürdigen, Dr. Killermann gemachten Mitteilungen in der Nähe von Regensburg im Dorfe L. in einer dunklen Nacht zufällig leuchtende Nester in den Chausseebäumen bemerkt worden sein. Das Erstaunen über die wunderbare Erscheinung war anfangs nicht gering, bis einer den Mut fand, sich durch den Augenschein Gewißheit über die Ursache des Leuchtens zu verschaffen. Es waren Krähennester voll von Fischen, die einen phosphorartigen Schein ausstrahlten. Naheliegende Weiher wurden gerade abgelassen und ausgefischt, wodurch die Vögel Gelegenheit zu einem billigen und ausgiebigen Fraße bekamen.

Daß Fische, vor allem Seefische, ferner Fleisch, Knochen, Eier infolge der Anwesenheit eines eigentlich im Meerwasser heimischen Bakteriums leuchten, ist bekannt. Man kann sich diesen Anblick leicht verschaffen, wenn man von rohem Fleisch, zum Beispiel Schweinekoteletten, einen ausgelösten Knochen ein bis zwei Tage liegen läßt und dann im Dunkeln betrachtet. Ein mildes, magisches, bläulichweißes Leuchten zeigt sich besonders an den noch mit Fleischresten besetzten Teilen (s. Jahrb. II, S. 208). Da dieses Bacterium phosphoreum auch im Binnenlande schon allverbreitet ist, so hat die Erscheinung der leuchtenden Krähennester nichts Auffälliges an sich. Wie viele „Wunder" des Altertums und Mittelalters mögen aber einer solchen uns leicht erklärlichen Erscheinung das Dasein verdanken!

In anderen Fällen mögen auch wohl in oder am Neste befindliche, entweder zufällig hineingelangte oder als Nahrung für die Jungen herbeigebrachte Leuchtinsekten die Ursache des Leuchtens sein. Neben den im vorigen Jahrbuche besprochenen Leuchtkäfern sind es auch Larven einer Schwammmücke (Ceroplatus sesoides), die im Dunkeln ein schönes, phosphorartiges Licht verbreiten. Auch leuchtende Federschnaken oder Zuckmücken sind mehrfach beobachtet worden, doch weiß man noch nicht, ob es sich beim Leuchtprozeß dieser Tiere um eigene Lichtentwicklung oder um eine Infektion durch

*) Ornith. Monatsberichte, 13. Jahrg., Nr. 12.
**) Naturw. Wochenschr., Bd. 4 (1905), Nr. 23.

Leuchtbakterien handelt. Immerhin wird es interessant sein, diesen leuchtenden Nestern und der Ursache des Leuchtens weiterhin nachzuspüren.

Einen hübschen Zug von der Fürsorge der Strauße für ihre Eier und Jungen erzählt Schillings. Der Fährte einiger Löwen folgend, geriet er plötzlich auf ein Straußennest mit teils schon ausgekrochenen Jungen, teils im Ausfallen begriffenen Eiern. Zu seinem Erstaunen hatten die Löwen anscheinend die jungen Strauße verschmäht. Nach genauester Inspektion der Fährten wurde Schillings jedoch eines Besseren belehrt. Die alten Strauße hatten in der klaren Mondnacht offenbar die großen Katzen rechtzeitig wahrgenommen und sie, wie es untrüglich aus den Fährten hervorging, durch geschickt bewerkstelligte Flucht von dem Neste hinweggelockt. Etwa hundert Schritte vor dem Neste waren die Löwen, plötzlich in weiten Sprüngen den Straußen folgend, flüchtig geworden, um nach kurzer Zeit, das Vergebliche der Verfolgung einsehend, in ihren gewöhnlichen Schritt zu verfallen. So war es den Straußen gelungen, ihre bedrohte Brut zu retten. Diese Beobachtung ist von höchstem Interesse, da sie einen Beweis liefert, wie geschickt diese großen Erdbrüter sich und ihre Jungen vor ihren gefährlichsten Feinden zu schützen wissen.

Zum Schlusse dieses Abschnittes wollen wir nicht verfehlen, alle Freunde der gefiederten Welt auf zwei wichtige Hilfsmittel zum Studium und zum Schutze der Vögel aufmerksam zu machen. Das erste, das Vogelhandbuch von Wilh. Schuster, gibt das Wissenswerte über jede Vogelart Deutschlands in prägnanter, durch typische Abbildungen unterstützter Kürze, ist auf Exkursionen ein nicht genug zu schätzender Mentor, der in einer Rubrik „Eigene Beobachtungen" Raum für die Niederlegung der eigenen Erfahrungen und Gedanken bietet. Das zweite ist das (erste) Jahrbuch des Internationalen Frauenbundes für Vogelschutz mit mehreren interessanten und wertvollen Abhandlungen.*)

Kriechtiere und Lurche.

Zu den mit Recht gefürchtetsten und bestgehaßten aller Lebewesen gehört das Krokodil. Wenn selbst das wundervolle Lied vom lust'gen Musikanten, der einst am Nil spazierend, die bekannte Entrevue mit dem großen Krokodil hatte, es als ein „Teufelsvieh" bezeichnet, so muß wohl etwas Wahres daran sein. Schillings, der auf der Büffelinsel im Pangani näher mit ihnen bekannt wurde, hat für sie nur die Schmeichelei „Scheusale" übrig, stellte ihnen nach, wo er konnte, und liefert uns interessante Beiträge zur Lebensweise dieser furchtbarsten aller Echsen.**)

Zum Fange des Krokodils wurde mittels Draht ein Stück Fleisch mit Knochen an einer Haifischangel befestigt, nachts, namentlich bei Mondschein, in den Fluß geworfen und dort auch bald von einem Krokodil ergriffen. In allen Fällen war aber das Tier viel zu klug, um auch den Haken zu verschlucken. Nachdem es den Köder verschlungen, zogen etwa zehn bis zwölf Leute das oft mehr denn tausendpfündige Raubtier ans Ufer. Kam es in dessen Nähe, so galt es, eine gut sitzende Kugel anzubringen; dann erst hörte das wilde Peitschen und Schlagen mit dem Schwanze auf und regungslos, nur einen unerträglichen Moschusgeruch verbreitend, hing es an der Angel. So wurden nächtlicherweile bis zu sechs und mehr Krokodile gefangen, darunter solche von nahezu 4 Meter Länge.

Der Mageninhalt bestand bei den meisten aus Knochen von Säugetieren und Fischresten. Außerdem aber enthielt jeder Magen eine große Anzahl von Quarzstücken, die entweder bereits rund abgeschliffen aus dem Flußbette aufgenommen oder aber in den Magen erst abgeschliffen, jedenfalls aber zur Unterstützung der Verdauung aufgenommen worden waren. Die Quarzstücke erreichten oft beträchtliche Größe, bis zum Umfang eines Apfels. Bemerkenswert ist der Umstand, daß schon die großen Saurier der Vorzeit die Gewohnheit des Steineschluckens besaßen. Bei den großen Plesiosaurusfunden in den Vereinigten Staaten, besonders in Süd-Dakota, fiel es auf, daß in den Gerippen jener Riesenreptilien aus der Juraperiode fast stets einige größere Steine eingebettet gefunden wurden, und zwar in der Gegend des Magens; man fand sie von Walnußgröße bis zu 10 Zentimeter Durchmesser. An ein zufälliges Verschlucken solcher Brocken ist nicht zu denken, um so weniger, als ein anderer Fund die merkwürdige Angewohnheit beleuchtet und erklärt. Brown fand in der Magengegend häufig auch Schalen von Tintenfischen, Fischwirbel u. dgl. Da nun der Plesiosaurus, wie auch die heutigen Krokodile, im Maul keine eigentlichen Mahl- oder Backenzähne besaß, so darf man schließen, daß die von ihm verschluckten Steine den Zweck hatten, die harten Bestandteile der verschlungenen Mahlzeit zu zerkleinern. Der größte Teil der Nahrung bestand jedenfalls aus Schalentieren und deshalb war eine solche Beihilfe der Magensteine sehr wichtig, da erst nach Zertrümmerung der Schale das Weichtier dem Magensaft zugänglich gemacht und verdaut werden konnte.

Auch die Krokodile sind fähig, Bissen von ganz erheblicher Größe unzerteilt hinabzuschlingen. In einem der Tiere fand Schillings einen vollkommen unversehrt verschluckten Geier, den er erlegt und, da sein Balg verdorben war, dem Flußlaufe überliefert hatte. Während der Zeit der Dürre und Hungersnot 1900 erlegte er Krokodile, deren Magen große Menschenknochen enthielten, die die Tiere teils völlig unversehrt herabgewürgt hatten.

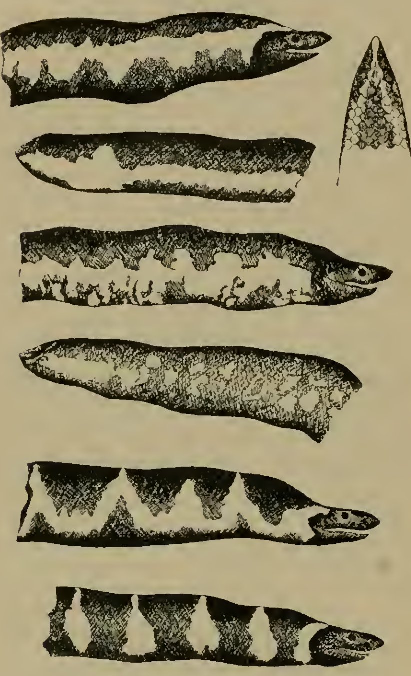
Das versteckte Leben des Krokodils, über dessen Gewohnheiten wir noch recht wenig wissen, zu beobachten, ist recht schwierig. Schon junge Exemplare sind ziemlich scheu und vorsichtig, und je mehr das Tier heranwächst, desto vorsichtiger wird es. Es hält sich stets nur in einer seiner Größe entsprechenden Wassertiefe auf, die ihm gestattet, seine Angriffe auf die übrige Tierwelt auszuführen, ohne

---

*) Eine Notiz auf S. 89 des „Vogelhandbuchs" berichtigt die Annahme, daß der alte Storch bisweilen Junge aus dem Neste werfe. Dagegen fallen Eier und vor allem Junge oft aus dem glatten Neste.

**) Mit Blitzlicht und Büchse, S. 218 ff.

sich selbst zu exponieren. An den Tränkstellen des Wildes und in der Nähe der Wechsel, die zum Wasser führen, fand Schillings häufig riesige Krokodile völlig unter dem Wasserspiegel versteckt ihrer Beute lauernd. Einen prachtvollen riesigen kohlschwarzen Stier, der kaum seine Schnauze in Berührung mit dem Wasserspiegel gebracht hatte, packte eine plötzlich aus dem trüben Gewässer auftauchende gewaltige Echse am Maul und verschwand



Variationen einer Ceylonischen Schlange (Rhinophis Blythii).

mit ihm unter der Wasserfläche. Nur einige gurgelnde Blasen verrieten den herbeieilenden Menschen, was geschehen war, so überraschend schnell und unheimlich spielte sich der Vorgang ab.

Der Neuling kann sich leicht über den Reichtum an Krokodilen in den Flüssen täuschen, denn nur die Schnauzenspitze, das Nasenventil des Tieres, ragt, auch bei großen Tieren fast unsichtbar, an der Oberfläche empor. So treibend, beobachtet das Krokodil mit seinen ausgezeichneten Augen scharf alles, was in seiner Nähe vorgeht. Liegen die Tiere auf Sandbänken oder ihren flach niedergelegenen Austrittstellen am Ufer, so verschwinden sie bei der Annäherung von Gefahr sofort im Wasser. Bereits junge, eben aus dem Ei gekrochene Krokodile erwiesen sich als äußerst bissig. Sie geben, angefaßt, einen lauten, quiekenden Ton von sich, während alte gefangene Tiere häufig einen unbeschreiblich knarrenden, tiefen, halb brüllenden Ton ausstießen, von einer unbeschreiblichen Wildheit, einen Ton, den Schillings auch in der Freiheit von ihnen hie und da, wahrscheinlich zur Brunstzeit, vernommen hat.

Beiträge zur Biologie der Reptilien und Batrachier (Lurche) hat seit mehreren Jahren Fr. Werner veröffentlicht.*) Zwar dürfte die Übertragung der bisher hauptsächlich bei Pflanzen und niederen tierischen Organismen angewandten Ausdrücke Heliotropismus, Geotropismus u. s. w. auf die Reptilien und Amphibien unserem Verständnis ihrer Lebenserscheinungen wenig helfen. Dagegen sind uns die Untersuchungen über die Schärfe der Sinneswahrnehmungen dieser Tiere sehr willkommen. Die Schärfe des für die Erbeutung von Nahrung und das Erkennen von Feinden vor allem in Betracht kommenden Gesichtssinnes ist außerordentlich verschieden innerhalb der beiden Tierklassen. Am weitesten nehmen sowohl ihr Futter wie den Menschen wahr die Wasserschildkröte, der Wasserfrosch, die graue Kröte, die Knoblauchskröte, die Geckoniden, die Landschildkröten, das Chamäleon; verhältnismäßig schwachsichtig scheinen die Krokodile (jedoch nicht dem Menschen gegenüber), die Riesenschlangen, die Nattern und die Schwanzlurche (Urodela, Salamander, Molche u. s. w.) zu sein.

Von den Kriechtieren hören wohl die ja auch zu Lautäußerungen befähigten Krokodile am besten, auch die Geckos hören noch gut, während bei den übrigen Reptilien der Gehörssinn kaum noch eine Rolle zu spielen scheint. Auch die Schwanzlurche hören kaum noch, wogegen die Froschlurche, stimmbegabt wie die meisten von ihnen sind, auch in hohem Maße auf Töne zu reagieren vermögen.

Der Geruchssinn ist ziemlich gut ausgebildet, er dient zuweilen zum Erkennen der Beute; höher steht indessen der Geschmackssinn, am höchsten bei den Eidechsen, die eine große Vorliebe für Zucker und Süßigkeiten zeigen. Auch Krokodile, Schildkröten und Schlangen unterscheiden sofort eine frische Beute von altem Fleisch, und Frösche weisen widerlich schmeckende Insekten, zum Beispiel Marienkäferchen, energisch zurück.

Bei vielen Reptilien ist die Zunge zu einem vorzüglichen Tastorgan entwickelt. Die Schlangen vermögen, indem sie die Zunge sehr schnell hin und her bewegen, Gegenstände zu erkennen, die sie noch gar nicht berührt haben; wahrscheinlich gibt ihnen das Rückprallen der an den Gegenstand anstoßenden Luft Kenntnis von ihm. Das bekannte Züngeln jedoch scheint weniger ein Tasten als ein Ausdruck des Behagens zu sein. Ein besonderer Gefühlssinn scheint am feinsten auf der Bindehaut des Auges, in der Achsel- und Leistengegend entwickelt zu sein. Doch ist er sogar in den Panzerplatten der Schildkröten noch nachweisbar.

Unter den Reptilien gibt es weit mehr Vegetarier, als man früher glaubte. Krokodile und Schlangen sind freilich reine Fleischfresser, unter den Schildkröten aber gibt es schon zahlreiche Pflanzenfresser, unter den Eidechsen halten sich besonders einige Agamiden (Dornechsen u. a.) und zahlreiche Leguane an Vegetabilien, während die übrigen nur gelegentlich, aber oft nicht ungern, saftige Früchte

---

*) Biolog. Zentralbl., Bd. 22 (1902), Bd. 24 (1904).

naschen. Zur Pflanzennahrung neigen vor allem die größten und massigsten Formen, zum Beispiel die Leguane und die großen Schildkröten, wie ja auch unter den Säugetieren die Riesenformen, Elefant, Nashorn, Flußpferd, Giraffe u. a., nur von Pflanzen leben. Die leichte und kampflose Erreichbarkeit dieser Nahrung hat zur Folge, daß die Beweglichkeit vermindert, die Verteidigungsfähigkeit geschwächt ist, so daß diese großen Reptilien, zum Beispiel die Riesenschildkröten der Galapagos und Maskarenen, leicht der Ausrottung anheimfallen.

Dem natürlichen Tode der Reptilien und Batrachier widmet Werner einen eigenen Abschnitt. Das Sterben dieser Tiere tritt meistens in den späten Abendstunden bis Mitternacht ein, seltener am Morgen und am seltensten bei Tage. Häufig läßt sich der Eintritt des Todes recht schwierig feststellen, da Reptilien, die längere Zeit kränklich gewesen sind, oft in einer Stellung verenden, die sie vorher tagelang eingenommen haben. Bei den farbwechselnden Kriechtieren, den Geckos, Chamäleons, Leguans, Agamen, hellt sich die Färbung auf bis zu Gelb und Gelblichweiß und erlischt das Vermögen des Farbwechsels. Bei Schlangen merkt man vor dem Tode häufig eine große Unruhe, unaufhörlich wandern sie lebhaft züngelnd durch das Terrarium; dann werden sie allmählich ruhiger, verlangsamen die Bewegungen und rollen sich endlich zu einer lockeren Spirale ein, um so gegen Mitternacht zu verenden. Die Lage der Reptilien nach dem Tode ist davon abhängig, ob das Tier mit oder ohne Todeskampf verendet ist. Individuen, welche einen heftigen Todeskampf hatten, liegen meist auf dem Rücken. Still verendende nehmen ihre gewöhnliche Ruhelage, höchstens mit etwas veränderter Lage der Gliedmaßen, Weitervorstrecken oder Einziehen der Beine und (bei Landschildkröten) des Kopfes, ein.

Bei den Lurchen sind die Vorboten des Todes weniger zahlreich als bei den Reptilien. Bei den Ungeschwänzten (Fröschen) zeigt sich als Symptom des Todes häufig Bleichsucht, ein Todeskampf wird nur selten beobachtet. Froschlurche verenden meist in sitzender Stellung außerhalb des Wassers oder mit an die Brust gedrückten Vorderbeinen im Wasser, Schwanzlurche legen die Vorderbeine nach hinten und kreuzen die Hinterbeine über der Kloake.

Die Größe der Lurche und Kriechtiere fällt nicht immer mit der Geschlechtsreife zusammen, sondern letztere tritt, besonders bei den Reptilien, schon früher bei halbwüchsigen Formen auf. Oft ist eine Maximalgröße überhaupt nicht festzustellen, weil die Tiere weiterwachsen, solange sie leben, so daß einzelne Echsen und Schlangen eine gewaltige Länge erreichen können, zum Beispiel Pythonarten bis zu 10 Meter. Diesen meist sehr langlebigen Formen entsprechen kurzlebige mit geringer Körpergröße, zum Beispiel einige echte Eidechsen, die nur ein bis zwei Jahre alt werden.

Mit dem Wachsen ist bei den Lurchen die Häutung verbunden; einen eigenartigen Verlauf der Häutung bei den Kröten beschreiben B. und L. Sabanejeff.*) Die graue Kröte (Bufo vulgaris) häutet sich in der Weise, daß die Haut in der Längsmitte auf Rücken und Bauch vom Kopf bis zum After platzt. Darauf öffnet sie den Mund und zieht mit einem Vorderfuße die Haut von der Schnauze in denselben; mit den Hinterfüßen zieht sie die Haut von der entsprechenden Körperhälfte und dem Fuße selbst ab. Nun zieht die Kröte die alte Haut in ihr Maul und schluckt sie mit großer Atemnot unter Körperzuckungen hinunter. Ein gleiches Verzehren der eigenen Haut wiesen auch der Grasfrosch und der Wasserfrosch sowie die Feuerkröte auf, so daß die Verfasser in diesem Vorgange eine allen Anuren (Froschlurchen) gemeinsame Erscheinung sehen möchten.

*) Zool. Zentralblatt, Bd. 12, Nr. 6/7.



Nest des Ceylonischen Kletterfrosches.

Reich an Schlangen und anderen Reptilien ist die indische Region, besonders die Insel Ceylon. Der uns vorliegende Führer durch das Museum zu Colombo*) beschreibt deren eine große Anzahl. An Krokodilen sind dort zwei Arten vertreten, die dem Nilkrokodil nahestehen, das Leistenkrokodil und das Sumpfkrokodil (Cr. porosus und palustris). Von den zwei Warneidechsen legt die eine, der Landmonitor (Varanus bengalensis), ihre Eier in die Termitennester.

Etwa 81 Schlangenarten sind für Ceylon bezeugt, darunter 26 Meerschlangen (Hydrophidae). Letztere sind alle giftig, von den Land

*) Spolia Zeylanica, Bd. 3, Teil 9, Colombo 1905.

schlangen jedoch nur sechs bis sieben. Die gefährlichsten darunter sind die Cobra (Naia tripudians), Russells Viper (Vipera Russelli) und die Bungarums oder Kraits (ebenfalls zwei Brillenschlangen, Bungarus ceylonicus und B. coeruleus). Die ceylonische Brillenschlange wird von einer sehr gemeinen, nicht giftigen Schlange in der Färbung nachgeahmt; diese hat wie die Giftschlange weiße Querstreifen auf dunklem Grunde und wird aus einiger Entfernung oder bei oberflächlicher Betrachtung manchmal mit ihr verwechselt. Es ist die häufig in Colombischen Bungalows anzutreffende Lycodon aulicus.

Unter den kleineren Schlangen und Eidechsen gibt es eine verhältnismäßig große Zahl örtlich begrenzter (endemischer) oder Lokalformen. Solche Farbenvarietäten zeigt zum Beispiel die Schlange Rhinophis Blythii in vorzüglicher Ausbildung. Das abgestumpfte Hinterteil dieser Schlangen ähnelt oft oberflächlich dem Kopfe und die Art Cylindrophis maculatus wird von den Eingeborenen geradezu als zweiköpfige Schlange bezeichnet.

Für die große Lebenszähigkeit und das hohe Alter der Schildkröten spricht eine im Museum zu Colombo aufbewahrte Art, die Riesen- oder Elefanten-Schildkröte von den Aldabra-Inseln. Sie gehört allerdings nicht zu Ceylon, hatte sich aber, als man sie zur Zeit der Britischen Okkupation 1796 hier fand, schon völlig akklimatisiert und starb erst im März 1894. Sie mag also immerhin 150 Jahre alt gewesen sein. An den Küsten der Insel leben viele Schildkröten, darunter die eßbare, von Pflanzen lebende, 4 Fuß Länge erreichende Suppenschildkröte (Chelone mydas), die Krebse und Weichtiere fressende Tölpelschildkröte (Thalassochelys caretta), die Lederschildkröte, welche eine Länge von 2 Metern und ein Gewicht von 800 Kilogramm erreichen kann. Sie ist nach der dicken, ihre Schale überziehenden Lederhaut benannt und soll ein dem Menschen schädliches Fleisch besitzen. — Merkwürdig ist das an Blättern befestigte schaumartige Nest eines Kletterfrosches (Racophorus maculatus).

Vom Herrn der Schöpfung.

(Urgeschichte, Ethnographie, Anthropologie.)

Tertiärmensch und Eolith. * Der Stammbaum des Europäers. * Ein Loch in der Rassenlehre. * Das Salz der Erde. Gehirn und Geist. * Das Geheimnis der Wünschelrute.

Tertiärmensch und Eolith.

Wenn auch, wie in einem vorhergehenden Kapitel in Erinnerung gebracht wurde, die Abstammung des Menschen von einem längst ausgestorbenen Zweige der Primaten oder Herrentiere wahrscheinlich, ja so sehr wahrscheinlich ist, daß sie selbst in kirchlich-konservativen Kreisen schon, obwohl zögernd, zugegeben wird, so darf man sich anderseits doch auch nicht verhehlen, daß die Paläontologie, welche die versteinerten Porträts unserer Ahnengalerie zu liefern hätte, damit bis heute sehr im Rückstande geblieben ist. Nicht einmal der Tertiärmensch, dessen wir zunächst gerne versichert wären, hat uns eine andere Spur seiner Erdentage hinterlassen als die immerhin etwas fragwürdigen Eolithen.

Der Tertiärmensch, der mit den Eolithen fortgesetzt das Interesse der Urgeschichtsforschung beherrscht, ist eine logische Forderung: es muß bei der verhältnismäßig hohen Vollendung, in der uns die Diluvialeuropäer entgegentreten, tertiäre Ahnen von ihnen gegeben haben, und sie sind es, welche die ersten, kaum einer Bearbeitung unterzogenen Steingeräte, die Eolithen, benutzt haben sollen. Gegenwärtig liegt aber, so paradox es klingen mag, die Sache so, daß der Eolith der Vater des Tertiärmenschen ist, nicht umgekehrt. Der Eolith ist das einzige bisher entdeckte Beweismittel für die Realität des von der Vernunft geforderten tertiären Ahnen, und dieses Beweismittel ist — leider — nicht unanfechtbar, wie wir weiterhin sehen werden. Zunächst jedoch ist über einige weitere eolithische Entdeckungen zu berichten.

Prof. Hermann Klaatsch hat gelegentlich seiner Entdeckungsreisen in Frankreich (s. Jahrb. II, S. 271) im September 1905 eine gründliche Untersuchung zweier Fundstätten tertiärer Silexartefakte in der Umgebung von Aurillac unternommen.*) Die Feuersteingeräte liegen daselbst in einer Sandschicht, die eingeschlossen ist von obermiozänen vulkanischen Massen als Hangendem und oligozänen, hier bei Aurillac vom Meere gelieferten Ablagerungsprodukten als Liegendem. Hier fand zuerst im Jahre 1877 Rames diese Artefakte in derselben Schicht, in der er Knochenreste einer obermiozänen Lebewelt, des Dinotherium, eines Mastodon, einer Rhinozerosart, mehrerer ausgestorbener Antilopenarten entdeckt hatte. Zusammen mit diesen Resten waren die Silexstücke durch die Auswurfsprodukte des alten Cantalkraters, der seine eruptive Tätigkeit in der Miozänzeit begann, überdeckt worden, und zwar durch Basaltlava, von der Prof. Klaatsch bei seiner Anwesenheit bedeutende Stücke wegbrechen ließ, um zu der Silexschicht zu gelangen.

Es sind zwei Fundorte vorhanden, Puy-Courny und Puy-Boudieu, deren Verhältnisse voneinander recht verschieden sind. Am Puy-Courny liegen die Silexstücke in einer Schicht, die der Tätigkeit des Wassers ihre Entstehung verdankt. Es handelt sich um miozäne Anschwemmungen, herrührend von einem miozänen Stromlauf, in dessen Talbett sich

*) Archiv für Anthropologie, Bd. 5 (1905), Heft 3.



Tertiäre Silexartefakte aus den subvulkanischen Sanden des Cantal.

der Lavastrom ergoß. Unter der vulkanischen Masse folgt zunächst eine etwa 1 Meter dicke silexfreie Sandschicht, dann die scharf begrenzte, nur 5 bis 10 Zentimeter dicke Silexschicht, die neben den Feuersteinen zahlreiche Quarzgerölle von geringer Größe sowie vollständig versteinerte Tierreste enthält. Reicher an Tertiärartefakten ist die Fundstelle am Puy-Boudieu, wo die Silex gänzlich ungeschichtet in einer mehrere Meter dicken Sandmasse liegen. Keines dieser Stücke zeigt irgend welche Einwirkung des Wassers, während am Puy-Courny manche deutlich als gerollt erscheinen. Wie hier die Ablagerung ohne Mitwirkung des Wassers zu stande gekommen ist, läßt sich vorläufig nicht entscheiden.

Nach Prof. Klaatsch hat noch Prof. Dr. Max Verworn Grabungen bei Aurillac unternommen und ebenfalls, wie er in einem Vortrage in der Anthropologischen Gesellschaft in Göttingen mitteilte, zahlreiche Eolithe gefunden, die das Vorhandensein einer bereits ziemlich differenzierten Kultur im Ausgang der Miozänzeit (des mittleren Tertiär) ergaben. Er fand bei den Ausgrabungen am Puy de Boudieu 30 Prozent, am Puy-Courny 24 Prozent, bei Veyrac 20 Prozent und bei Belbex 16 Prozent zweifellos bearbeitete Feuersteine, wobei er nur solche in Betracht zog, an denen bestimmte Kombinationen verschiedener Bearbeitungsweisen die Diagnose auf künstliche Bearbeitung mit anbedingter Sicherheit gestatteten. Demnach waren am Ende des Miozän die Täler des Cantal von Wesen bevölkert, die bereits mit der Technik der künstlichen Feuersteinspaltung durch Schlag und mit der Herstellung von Werkzeugen durch verhältnismäßig feine Randbearbeitung vertraut waren.

Prof. Klaatsch wendet sich in entschiedener Weise gegen die Einwände, welche gegen die „Echtheit" dieser Silexeolithen gemacht sind. Er weist die Annahme, daß die Silexartefakte aus paläolithischen Ablagerungen in einen tertiären Schichtenkomplex hinein verschoben sein könnten, ebenso zurück wie den Einwand, daß durch die eruptive Tätigkeit der Vulkane des Cantalgebirges Silexmaterial der Umgebung bei innigerer Berührung zersplittert oder sonstwie verändert sein könne. Die Eolithen von Puy-Courny und Puy-Boudieu entsprechen in ihrem Wesen als einfache Werkzeuge solchen, die aus pliozänen und diluvialen Ablagerungen Frankreichs, Englands, Belgiens und Deutschlands an Stellen, wo niemals Vulkane bestanden, bekannt geworden sind. Die Frage, ob überhaupt primitive Feuersteingeräte durch Wirkungen elementarer Kräfte vorgetäuscht werden können, erklärt Prof. Klaatsch für sich persönlich, wie für viele Fachgenossen für erledigt. „Es gibt untrügliche Kennzeichen, welche eine Verwechslung menschlicher Manufakte mit Naturprodukten ausschließen. Über den Widerspruch der mehr und mehr sich verringernden Zahl der Gegner der Eolithen fort, kann die Wissenschaft getrost zur Tagesordnung übergehen."

Das Aussehen der einzelnen Eolithtypen vom Cantal und ihre Deutung ergibt sich am besten aus der beigegebenen, dem „Archiv für Anthropologie" entlehnten Tafel. Prof. Klaatsch spricht die Hoffnung aus, daß man nunmehr den Spuren der ältesten Menschheit gründlicher als bisher nachgehen werde, wofür eine systematische Durchforschung der mittel- und spättertiären Ablagerungen nötig sei. Daß dabei für manche Gegenden keine Funde zu erwarten sind, sucht die folgende Arbeit Prof. Deeckes zu beweisen.

Um ein Werkzeug als diluvial ansprechen zu können, betont Prof. W. Deecke,*) sei es vor allem nötig, daß es unbezweifelbar in unberührtem Diluvium gefunden sei. Im Geschiebemergel seien überhaupt kaum Reste zu erwarten; von vornherein müßten zwischeneiszeitliche (interglaziale) Sande die Hauptlagerstätte derartige Manufakte bilden, und in solchen seien tatsächlich bei Eberswalde bearbeitet aussehende Feuersteinstücke gefunden worden. Auch sonst sind in der Mark eine Anzahl solcher Fundstücke gehoben und von Herrn Geheimrat F. Friedel im Archiv der Brandenburgia (Bd. 10, Berlin 1904) abgebildet und beschrieben worden. Eins derselben, den von Geheimrat Friedel schon 1865 bei Wostevitz auf Rügen aus einer Kieswand nahe dem Bache des Ortes, 2·50 Meter tief unter Terrain, entnommenen Eolithen will Prof. Deecke nicht gelten lassen, weniger aus speziellen als aus prinzipiellen Gründen. Aus sicher interglazialen Sanden von Pommern, Rügen und Bornholm sei bisher nichts Eolithisches bekannt. Die Kiese bei Wostevitz hält Deecke nicht für altdiluvial, und was sonst an derartigen Bruchstücken auf Rügen und Bornholm gesammelt wurde, entstamme der Ackerkrume oder dem Strande, also einem vom Pfluge oder von den Wogen vielfach umgewühlten Boden.

Deecke sucht zu beweisen, daß es vor der Postglazialzeit in den genannten Gebieten überhaupt an Material zur Herstellung solcher frühesten Werkzeuge gemangelt habe. Alle diese sogenannten Rügenschen und Bornholmer Eolithen sind Feuerstein, der auch die zahllosen jüngeren Waffen und Werkzeuge geliefert hat. Nun waren vor dem Diluvium die feuersteinhaltigen Schichten vom Oberturon bis zur weißen Schreibkreide fast gar nicht von den tertiären, sie verhüllenden Schichten entblößt, und im Tertiär selbst fehlt Feuerstein im allgemeinen. Somit war einem etwaigen präglazialen Menschen auch kaum Gelegenheit geboten, Instrumente daraus herzustellen. Was vorhanden, waren viel zu kleine Gerölle, die sogenannten Wall- oder Schwalbensteine von etwa Wallnußgröße, um zu solchen Zwecken brauchbar zu sein, auch viel zu selten. Demnach sind einheimische Tertiärwerkzeuge aus Feuerstein bei uns nicht zu erwarten und alle Eolithenstücke aus Rügener Material müssen von vornherein für jünger angesehen werden. Höchstens könnte man solche aus silurischen (skandinavischen) und schonenschen Feuersteinen hergestellt haben, die dann mit Siedelungen oder Wanderungen in nördlicheren Ländern zu Ende der Miozänzeit zusammenhängen würden. Derartiges ist aber bisher nie gefunden.

Aber auch der Präglazialzeit oder dem eigentlichen Diluvium können solche scheinbar alten Stücke

*) Zur Eolithenfrage auf Rügen und Bornholm. Mitteil. aus dem Naturwissensch. Verein für Neuvorpommern und Rügen. 36. Jahrg. Berlin 1905.

(Eolithen) nicht angehören; denn bisher ist es in Pommern nicht gelungen, voreiszeitliche Bildungen irgend welcher Art festzustellen. Auf Jasmund liegt der tiefste Geschiebemergel ohne Zwischenbildungen unmittelbar auf der Kreide, die bei Beginn der Vereisung noch eine verhältnismäßig ebene, ungestörte Lage gehabt habe. Das Verschwinden der mächtigen Tertiärdecke über der Kreide ist auf die gewaltige erodierende Tätigkeit der vor dem Inlandeise her abströmenden Schmelzwasser und auf abhobelnde Wirkung der ersten Vergletscherung selbst zurückzuführen. Die Kreide blieb dabei noch ziemlich unberührt. Erst vor der jüngsten Vergletscherung erfolgte eine weitgehende Zerstückelung des Untergrundes unter Hebung und Senkung langgestreckter Schollen. Damit wurden neue Höhen geschaffen, die Kreideschichten der Zerstörung durch das Eis in größtem Maße preisgegeben und zahllose Feuersteine den obersten Bildungen, vor allem den aus Eiszeitflüssen stammenden Kiesen und Sanden, einverleibt. Erst in dieser Zeit, der des letzten Gletscherrückganges, können Eolithen wie der von Wostevitz entstanden sein.

Für dieses älteste Postglazial läßt sich die Anwesenheit des Menschen auch in Vorpommern nachweisen, und zwar durch die Funde bearbeiteter Knochen, und das Fehlen von Eolithen an diesen Fundstätten ist eigentlich sehr auffallend. Während also weiter südlich das Vorkommen wirklicher diluvialer Eolithen nicht zu bezweifeln ist, genügen nach Deecke für Rügen die Beweise für die Anwesenheit des Diluvialmenschen nicht, und man muß bis jetzt alles, was hier an neolithisch oder paläolithisch aussehenden Splittern oder Knollen gefunden ist, vorläufig als postglazial ansehen.

Während nun einerseits die Eolithe von Ägypten an, wo sich Prof. Schweinfurth um ihre Feststellung sehr verdient gemacht hat, bis nach Magdeburg und Belgien anscheinend erwiesen sind, wird doch anderseits noch sehr in Frage gestellt, ob es überhaupt Eolithe gibt, das heißt Erzeugnisse tertiärer und altquartärer Industrien, aus denen man auf das Vorhandensein des Menschen in diesen Epochen schließen darf. In einer „Zur Eolithenfrage“ betitelten Untersuchung glaubt Dr. H. Obermaier in Paris das Vorhandensein dieser Eolithen verneinen zu müssen.*)

Eolithen wären nach der bisherigen Ansicht Steingebilde, die seit tertiärer Zeit vom Menschen oder doch von einem menschenähnlichen Wesen nach bestimmten Gesichtspunkten gewählt und ohne weitere Formgebung, mehr oder minder vorübergehend, zu Schlag- oder Schneidezwecken verwendet worden wären. Dies schlösse nicht aus, daß natürliche Knollen oder Bruchstücke teilweise auch handsamer zugerichtet oder daß selbst Splitter und Splisse absichtlich geschlagen wurden; insbesondere wären die letzteren an ihren Schneiden wiederholt erneut nachgearbeitet (retouchiert) worden, bis sie steilstumpf und damit unbrauchbar geworden. Charakteristisch ist für die Eolitheninduſtrien, daß sich ihr Formenkreis in keiner Weise fortschreitend vervollkommnet. Er bleibt, örtlich durch die Beschaffenheit des Rohmaterials bisweilen modifiziert, durch alle geologischen Stufen hindurch der gleiche, angefangen vom Tertiär bis hinab zum Quartär. Erst mit den paläolithischen Industrien des Chelléen und Acheuléen nehmen nach der Auffassung dieser Schule (Rutot, Capitan u. a.) die Industrien ihren Anfang, die durch typische, konventionelle Formen gekennzeichnet sind und sich zugleich in bestimmten Richtungen weitergebildet haben.*)

Das Studium der einschlägigen Sammlungen, deren wichtigste in Frankreich, Belgien und England Obermaier eingehend besichtigt hat, zeigte ihm der großen Mehrzahl nach Stücke, welche wohl Artefakte sein können, es aber nicht notwendigerweise sein müssen. Es werden nämlich, wie besonders M. Boule, der Redakteur der L'Anthropologie, immer wieder betont hat, auch durch natürliche Pressung und Rollung, Druck und Stoß an Feuersteinen Wirkungen hervorgebracht, die ihnen den Anschein von Artefakten zu verleihen vermögen.**) Ein anscheinender Beweis dafür ist jüngst von André Laville, einem Angestellten der Ecole des Mines in Paris, erbracht, und über ihn berichten Obermaier und Boule in den angegebenen Arbeiten.

Laville besuchte gelegentlich eines geologischen Ausflugs im Februar 1905 in der Gegend von Mantes (Seine-et-Oise) die Fabrik der Compagnie des Ciments Français, welche ihre Kreide zur Zementfabrikation einem großen Kreidebruche in Guerville entnimmt. Die dortige Kreide, dem Senonien angehörig, enthält die bekannten Feuersteinbänke, die schon im Bruch als unnütz sorgfältig ausgeschieden werden. Doch ist es unvermeidlich, daß kleinere Silexknollen, die mehr regellos in die reineren Kreidemassen eingestreut sind, mit diesen unbemerkt in die Fabrik gelangen. Es handelt sich also weiterhin um völlig intakte, in ihre ursprünglichen Schichten eingeschlossene Feuersteine, die im Steinbruch höchstens einen Pickelhieb erhalten haben können. Doch führt ein solcher nur teilweise Zertrümmerung dieser Knollen herbei, ohne daß hierdurch feinere Formgebung oder Retouchierung hergestellt würde.

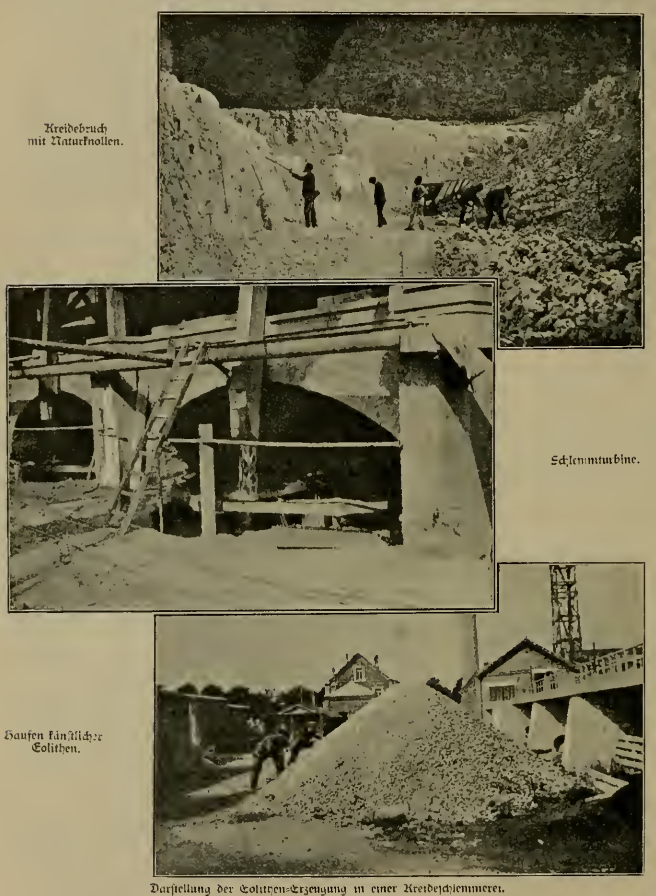
Die zertrümmerten Kreidestücke selbst werden in der Fabrik in mit Wasser gefüllte Bassins von 1 Meter Höhe und 5 Meter Durchmesser geschüttet, um darin einen Schlemmungsprozeß durchzumachen, der die Kreide in feinen Schlamm auflöst und vor allem die fremden Bestandteile, besonders die noch eingeschlossenen Feuersteine, auszuscheiden hat, die schließlich als Bodensatz in der Schlemmasse zurückbleiben. Zu gleicher Zeit werden dieser Masse bereits die erforderlichen fremden Tone beigemengt. Zu dem Zwecke befindet sich in den Bassins horizontal angebracht eine Art Turbine von 4 Meter Durchmesser, an deren Speichen in Eggenform eine Anzahl Eisenzinken befestigt sind. Sobald das Rad mittels Dampfkraft in Bewegung gesetzt wird, gerät notwendig auch die Wassermasse mit den in sie

*) Archiv für Anthropologie, Bd. 4 (1905), Heft 1.

*) Obermaier gibt eine sehr instruktive summarische Übersicht der Eolithstufen, die im Anhang wiedergegeben ist.

**) Boules neueste Arbeit, »L'origine des Eolithes«, in L'Anthropologie, Bd. 16, Nr. 3.

geschütteten Kreidetrümmern in Bewegung und wird gezwungen, eine regelmäßige Wirbelbahn zu beschreiben, deren Geschwindigkeit am äußeren Rande 4 Meter in der Sekunde beträgt. Die gegenseitige Reibung unter sich und mit den Radzinken bewirkt die Auflösung der Kreideklumpen. Die Kreide schwimmt nach zwei Arbeitstagen als feiner Schlamm im Wasser, indes die Silexknollen sich am Boden abgesondert haben, und zwar in kegelförmiger Anlagerung gegen das Zentrum der Turbine angehäuft. Hier werden sie deshalb auch am meisten durch die Rechen in Mitleidenschaft gezogen, die nicht bis an den Grund des Behälters reichen und die an der Peripherie gelagerten Knollen kaum an der Oberfläche berühren. Weit wichtiger ist in dem schnell bewegten Wasser die wechselseitige Stoß- und Rollwirkung der Kieselknollen, die nicht ohne Einfluß auf den für Bruchbildung und Splitterung sehr geeigneten Feuerstein bleiben kann. Die intakt in das Bassin gelangten Knollen verlassen dasselbe in mannigfach veränderter Form, indem sie nicht nur eine Reihe von gröberen Brüchen, sondern auch regelrechte Retouchen aufweisen (s. Abbild. S. 229 und 230).



Kreidebruch mit Naturknollen.

Schlemmturbine.

Haufen künstlicher Eolithen.

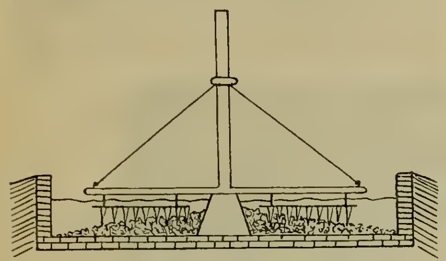
Darstellung der Eolithen-Erzeugung in einer Kreideschlemmerei.

Durch eine große Anzahl photographischer Abbildungen zeigt Obermaier, welche Formen dieser rein mechanische Vorgang zu erzeugen vermag. Sie zeigen, daß die Bassinknollen in einzelnen Fällen selbst typischen Feuersteingeräten der paläolithischen und neolithischen Kulturen gleichkommen, daß sie aber vor allem den Eolithgebilden auf das überraschendste gleichen. Man kann ohne Übertreibung sagen, daß die „Eolithen" der verschiedenen Fundstätten und die Gebilde der Kreidemühle von Mantes hinsichtlich ihrer Form miteinander identisch sind. Hier wie dort ganze oder teilweise Randbearbeitung, tiefe Hohlretouchen, abgekantete kratzerförmige Stücke. Hier wie dort ganze Serien von Stichelspitzen, deren zahlreiche Wiederkehr erlaubt, von Typen zu reden; daneben wieder vielfach eine Anordnung solcher Einkerbungen und Spitzen, deren Unregelmäßigkeit und Willkürlichkeit in der „Eolithindustrie" die Regel ist.

So viel scheint schon jetzt festzustehen, daß rein mechanische Prozesse, das heißt Rollung im Wasser, Reibung an fremden Hindernissen, gegenseitiger Stoß und Druck, dem Feuerstein Formen zu geben vermögen, die sich in nichts von denen der „Eolithindustrie" unterscheiden. Rutot selbst betont nun auf Grund seiner langjährigen Forschungen, daß Eolithindustrien nur da gefunden werden, wo zwei Bedingungen gegeben seien, nämlich reichliches Silexrohmaterial und die unmittelbare Nachbarschaft fließender Wasserläufe. Es wäre höchst sonderbar, wenn es nur auf einem Zufall beruhen sollte, daß die Eolithen Rutots und jene der Kreidemühle von Mantes so eng an die Bedingung strömenden Wassers geknüpft sind. Sollten hier nicht gleiche Wirkungen auf gleichen Ursachen beruhen? Die Flüsse der Eolithenplateaus, die Themse, die Seine, die Gewässer der norddeutschen „Urstromtäler", waren ehedem nicht die harmlosen Wasserläufe von heute, sondern ungleich wasserreicher und stärker strömend.

Es waren also, mit einem Worte, in diesen Ländern, die zugleich sehr silexreich sind, alle die natürlichen Bedingungen gegeben, die „Eolithen" zu schaffen, welche die Schwemmturbinen von Mantes in wenigen Stunden erzeugen.

Obermaier betont übrigens, daß er keineswegs der Überzeugung huldige, daß nun alle „Eolithen" rein natürlichen Ursprungs seien. Sicherlich sei ein Teil der am Anfang der paläolithischen Ära in Gesellschaft unzweifelhafter Artefakte (zum Beispiel Faustkeile) auftretenden sogenannten Eolithenerzeugnisse von Menschenhand, zum Beispiel die Begleitindustrie des Chelléen. Freilich sei hier die Grenze zwischen Natur und Kunst sehr schwer zu ziehen.



Kreideschlemmwerk, Eolithen erzeugend.

Bedeutungsvoll aber seien diese neuen Feststellungen für die sogenannten reinen Eolithindustrien. Die Vertreter der Ansicht, daß jene Eolithen nicht auf rein mechanische Weise entstanden sein können, haben folgerichtig auf das Vorhandensein tertiärer (oligozäner, miozäner, pliozäner) und altquartärer Industrien geschlossen und damit auch die Existenz eines tertiären Menschen als gesichertes, wissenschaftliches Ergebnis aufgefaßt. Diese Ansicht müsse aufgegeben werden; die Eolithen der Tertiärzeit können theoretisch gesagt auch von Menschen gefertigt sein, doch fehlt bis zur Stunde für dessen Existenz selbst jeder tatsächliche Beweis. Und in der Tat muß man, wenn man die Photographien der „Eolithen" aus den Schlemmturbinen und derjenigen von Klaatsch aus den subvulkanischen Sanden des Cantal vergleicht, sagen, daß, wenn erstere, so auch letztere auf natürlichem Wege entstanden sein können, und dasselbe ergibt sich, wenn wir die Abbildungen in Marcellin Boules Arbeit (L'origine des Eolithes) mit den von Prof. Klaatsch gegebenen vergleichen. Auch Boule schließt mit den Worten: „Als Paläontologe glaube ich fest an die Existenz des Tertiärmenschen. Ich zweifle nicht, daß man eines Tages Spuren von ihm an irgend einem Punkte des Erdballs finden wird; doch um unwiderleglich zu sein, werden diese Spuren viel überzeugender sein müssen als die Eolithen."

Der Stammbaum des Europäers.

Bis zu dem Menschen von Neandertal, Taubach und Krapina, dem Homo primigenius, reicht die wirkliche Kenntnis unserer Urahnen. Von ihm können wir uns eine auf seinen körperlichen Resten beruhende, von der Wirklichkeit sich vielleicht nicht allzu weit entfernende Vorstellung, ein Bild seines körperlichen und geistigen Zustandes entwerfen (s. Jahrb. III, S. 254). Den langen Weg vom Diluvialmenschen bis zu seinem Ahnherrn unter den Primaten mit Gestalten zu bevölkern, bleibt der wissenschaftlichen Spekulation überlassen, die dabei verschiedene Wege einschlug und zu verschiedenen Ergebnissen gelangen mußte.

„Neue Gedanken über das alte Problem von der Abstammung des Menschen" betitelt Prof. J. Kollmann in Basel eine Abhandlung, in der er den Stammbaum des Menschen unter Hinzuziehung der Pygmäen, deren mehrere bekanntlich auch in Gräbern aus der Steinzeit entdeckt sind, zu ergänzen sucht.*)

Zunächst schaltet Kollmann den Affen von Trinil (Java), den berühmten Pithecanthropus erectus oder aufrechtgehenden Affenmenschen, der vielfach als Stammvater der Neandertalrasse angesehen wird, aus der menschlichen Ahnenreihe aus. Dieser Affe, dessen untere dritte Stirnwindung, die Sprachwindung beim Menschen, nach dem Schädeldach zu urteilen, die bestentwickelte entsprechende Windung der menschenähnlichen Affen um das Doppelte übertrifft, besaß die beträchtliche Höhe von etwa 1·70 Meter und ging höchstwahrscheinlich aufrecht. So war es also sehr begreiflich, daß man in ihm das fehlende Glied in der Menschwerdung

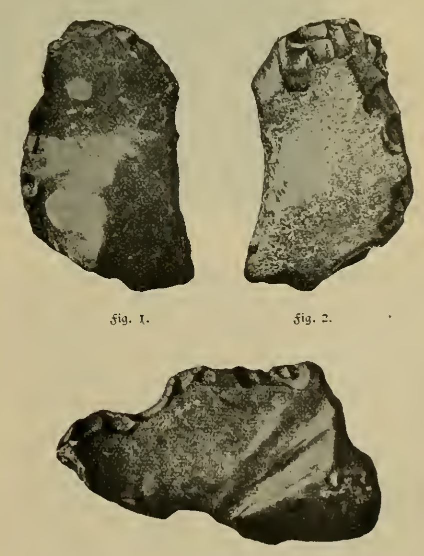


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 3.

Künstlich hergestellte Eolithen von M. Boule gesammelt.

entdeckt zu haben glaubte. Kollmann dagegen hält diesen höchst interessanten Anthropoiden nicht für eine Übergangsform, sondern für einen blinden Ausläufer aus dem javanischen Tertiär, der

*) Globus, Bd. 87, Nr. 7.

trotz seiner Körperhöhe nicht zum Menschen hinauf entwicklungsfähig war. Den Affen von Trinil traf das nämliche Los wie seine heute noch lebenden Vettern: Schimpanse, Gorilla, Gibbon, Orang, er war an der Grenze seiner Variabilität angelangt. Weder die natürliche Zuchtwahl noch die anderen Faktoren der Fortentwicklung konnten mehr auf ihn einwirken, sie konnten nicht einmal die Lebensdauer seines Stammes erhalten. Er und die Seinen fanden schon im Tertiär ihr Ende. Die Menschheit aber brauchte für ihr Heranreifen eine biegsamere, gegen äußere Einwirkungen nachgiebigere Ausgangsform. Ihre Entwicklung war nach Kollmann zweifellos auch dem allgemeinen Gesetze in der Entwicklung der Wirbeltiere unterworfen, von kleineren Formen zu größeren emporzusteigen. So gestaltet sich Kollmanns Gedankengang über die Herkunft der großen Menschenrassen also folgendermaßen:

Von einem kleinen, uns noch unbekannten Menschenaffen entwickelten sich, durch mehrere Zwischenglieder aufsteigend, zuerst die kleinen Menschenrassen, die sogenannten Pygmäen. Aus ihnen gingen dann allmählich die großen Rassen hervor, wobei immer ein Teil der Urform erhalten blieb; das sind eben diejenigen Pygmäen, die über die ganze Erde zerstreut in den Gräbern, vermischt mit den Knochen der großen Rassen, gefunden werden oder noch heute im zentralafrikanischen Urwald in ansehnlichen Horden vorkommen (s. Jahrb. III, S. 257—259). Sie tragen lauter primitive Merkmale, die mit unserer Vorstellung von einer Übergangsform gut übereinstimmen.



Oberst Harrison mit seinen afrikanischen Zwergnegern.

Als eine örtliche Größenvarietät des Menschen der Jetztzeit will Kollmann angesichts ihrer weiten Verbreitung die Pygmäen nicht gelten lassen. Dr. B. Hagen*) stellt die spärlichen und oft zerstreuten Reste dieser Pygmäen auf der malaiischen Inselwelt bis Ceylon einerseits, den Papuas, Melanesiern, Australiern und Südseeinsulanern, ja bis zu den Urvölkern Südafrikas und Südamerikas anderseits zusammen und findet, daß man auf Grund eines äußerst charakteristischen, am reinsten beim weiblichen Geschlecht auftretenden Gesichtstyps und der (freilich in den Mittelzahlen der Massenmessungen nicht erkennbaren) Kleinheit der Körperformen an eine allgemeine, große, südliche Urrasse denken könne, welche fast alle „Protomorphen" im Sinne von Stratz enthalten würde (s. Jahrb. I, S. 276). Daß diese Urrassen sich nicht aus den heutigen großen Menschenrassen entwickelt haben, ist wohl sicher; die Frage wäre nur, ob sie nicht in früheren Perioden der Menschheitsgeschichte sich von den Großen abgezweigt haben.

Kollmann, wie gesagt, nimmt das Gegenteil davon an. Wie Hagen die Urmalaien für den malaiischen Archipel und darüber hinaus als die Urbevölkerung betrachtet, so sieht Kollmann die Pygmäen Europas, Afrikas, Asiens und Amerikas als die Grundlage, als die Ur- oder Primitivrasse an, auf deren Boden sich die großen Rassen entwickelt haben. Zuerst war diese Urbevölkerung aus dem Stamme der Anthropoiden (Menschenaffen) vielleicht im afrikanischen oder indischen

*) Globus, Bd. 86, Nr. 2.

Tropengürtel hervorgegangen, um sich dann als solche über die ganze Erde zu verbreiten. Ein Teil ihrer Nachkommen entwickelte sich in den verschiedenen Weltteilen zu den großen Rassen, wie wir sie noch heute vor uns sehen.

Prof. Kollmann sucht diesen Vorgang durch eine schematische Darstellung verständlicher zu machen, die der Hauptsache nach aus sich trennenden, von bestimmten Punkten ausgehenden Linien besteht. Durch das Rechteck I sei eine Horde jener Anthropoidenart bezeichnet, die in irgend einem Urwalde des Tropengürtels sich zum Stammvater der Pygmäen emporschwang. Nehmen wir dieses Volk von Menschenaffen zu rund 100.000 Köpfen an, kleine Wesen von höchstens 1 Meter Höhe, schon mit guten Proportionen und einem aufrechten Gange versehen. Aus diesen Horden entsprangen Nachkommen, die noch menschenähnlicher waren (II), deren Schädel geräumiger waren und der Entwicklung des Gehirns immer mehr Raum boten (III) u. s. f. Das Endergebnis waren Pygmäen (P), den heutigen Großrassen schon in hohem Grade ähnlich, die sich durch Intelligenz vor allen Anthropoiden auszeichneten, sich nach und nach bedeutend vermehrten und, der Not oder dem Wandertrieb gehorchend, über die Erde verbreiteten. Wie viele Stufen die Anthropoiden durchlaufen mußten, um allmählich die Pygmäenmenschennatur zu erreichen, entzieht sich natürlich genauerer Feststellung. Von den Pygmäen repräsentieren die drei verschiedenen kleinen Kugeln (P) ebenso viele Horden, die in weißhäutigen, gelben und schwarzen Rassen bereits in verschiedenen Kontinenten heimisch geworden sind. Die folgende Periode der Entwicklung der Pygmäen ist gekennzeichnet durch das Auftreten der großen Rassen (Gr), die in gerader Abstammung aus den kleinen hervorgehen und sich weiter teilen, während der Rest der Pygmäen neben den großen Rassen ausdauert, zum Teil bis heute.

Während Kollmann selbst anerkennt, daß es zum unumstößlichen Beweise seiner Hypothese noch mancher Forschung bedürfen wird, wollen andere Forscher von der Ableitung der hochgewachsenen Menschenrassen aus den Pygmäen gar nichts wissen.

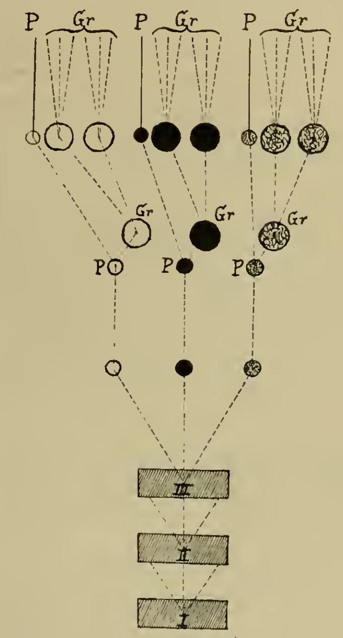
Emil Schmidt, der auch von den lebenden, als Zwergvölker bezeichneten Stämmen nur die mit einem Durchschnittsmaß unter 150 Zentimeter als Pygmäen gelten lassen will (Negritos auf den Philippinen, Ureinwohner der Groß-Andaman-Gruppe, zentralafrikanische Pygmäen, Buschmänner),*) ist geneigt, die Angehörigen der meist aus neolithischen Gräbern stammenden kleinen Skelette nicht als Rassenzwerge oder Pygmäen, sondern als die kleinen und meist weiblichen Individuen einer fast mittelgroßen Rasse zu bezeichnen.**) Doch scheinen mir die von ihm selbst ausführlich beschriebenen Funde und Maße dies Ergebnis, das er auch nur zweifelnd ausspricht, nicht hinreichend zu unterstützen.

Auf E. Schmidts Seite steht Prof. G. Schwalbe, der in den Pygmäen nur lokale Größenvarietäten des Homo sapiens sieht, entsprechend den Zwergrassen unserer Haustiere und anderer nicht domestizierter Tiere, zum Beispiel der auf Inseln entstandenen Zwergelefantenrassen (Elephas melitensis als Zwergform des Elephas antiquus, s. Jahrb. III, S. 167), der Marderarten, des Wildschweines, des Urs u. a.*)

*) Globus, Bd. 87, Nr. 7.

**) Globus, Bd. 87, Nr. 18 und 19.

Prof. Schwalbe führte gegen die Abstammung aller Menschenrassen, auch der Neandertalrasse (Homo primigenius) von uralten Pygmäenstämmen, die sich allmählich aus kleinen an-



Stammbaum der Pygmäen und Großen. Von Kollmann.

thropoiden Affen entwickelt haben sollen, besonders zwei Gründe ins Feld. Erstens sei der Neandertalmensch geologisch ungleich älter als die Pygmäen, selbst wenn man deren Existenz mit Kollmann in das jüngere Diluvium zurück verlegen wolle (Fund von Mentone). Es sei jedoch von Schmidt überzeugend nachgewiesen, daß die Annahme von Pygmäen an der Fundstätte zu Mentone eine unberechtigte war, und auch die neolithischen Pygmäenfunde erscheinen mindestens sehr fragwürdig. Zweitens falle die Schädelform der Pygmäen, wie wir sie jetzt genau von den Akka, Andamanesen, Semang, Weddah und anderen kennen, ganz und gar in das Gebiet der Schädelformen des Menschen der Gegenwart (Homo sapiens) und entferne sich durch die steil aufgerichtete Stirn, bedeutenden Kalottenhöheninder u. dgl. weit von der ungleich niedrigeren, sicher älteren Form des Homo primigenius. Wenn Kollmann dagegen die schöne Form der Pygmäenschädel für die älteste Form

*) Globus, Bd. 88, Nr. 10.

menschlicher Schädel erkläre, aus der auch die des Neandertalmenschen entstanden sei, so sei das durchaus unzutreffend. Für das Wahrscheinlichste hält Schwalbe nach wie vor, daß der Neandertalmensch zu den direkten oder indirekten Vorfahren des Homo sapiens zu rechnen ist; keinesfalls aber seien Formen wie die jetzt lebenden Pygmäen als die nächsten Vorfahren aller Menschen anzusehen (was Kollmann von den „jetzt lebenden Pygmäen" auch wohl gar nicht behaupten will; seine Ahnenpygmäen der Vorzeit können sich von den heutigen ja sehr unterschieden haben).

In einer Hinsicht kommt Prof. Schwalbe seinem Gegner doch etwas entgegen. Er betont, es sei gar nicht nötig anzunehmen, daß die Glieder der nach seiner Anschauung zum Homo sapiens führenden Reihe Pithecanthropus — Homo primigenius besonders groß gewesen seien. Kollmann nimmt nach der Schätzung Dubois', des Entdeckers des Affenmenschen von Trinil, die Körperlänge des Pithekanthropus zu 170 Zentimeter an, während Manouvrier 160 Zentimeter wahrscheinlich gemacht hat. Aus der Oberschenkelknochenlänge des Neandertalmenschen berechnet sich bei Vergleich mit Europäern eine Körperlänge des Neandertalers von 160, des Spymenschen von 153 Zentimetern. Vergleicht man aber den Homo primigenius in den Körperverhältnissen mit den Weddah nach Sarasins Angabe, so erhält der Neandertaler gar nur eine Größe von 155·4 Zentimetern, der Mensch von Spy (II) eine solche von 148·4 Zentimetern. Es wäre anscheinend also möglich, die Abstammung des Gegenwartsmenschen von Pygmäen der Vorzeit anzunehmen, wenn man die Neandertalrasse, wie Schwalbe das will, als Vorläufer des rezenten Menschen, des Homo sapiens, betrachtet.

Offenbar hat diese Neandertalrasse, die man früher lange Zeit, als auf krankhaft verbildete Abnormitäten gegründet (Virchow), verwarf, in Europa eine ziemlich weite Verbreitung gehabt. Prof. Gorjanović-Kramberger*) schildert den Homo primigenius nach seinem Knochenbau. Der Schädel dieses Urmenschen ist kurz-, mittel- oder langschädelig, das Schädeldach mehr oder weniger flach oder bauchig, die Stirn fliehend, mit kräftigen, vorstehenden Augenbrauenrändern. Die Knochen des Kiefergerüstes sind kräftig, der Kiefer mehr oder weniger prognath (vorspringend), der Unterkiefer kinnlos oder mit primärer Anlage eines Kinnes. Die Zähne sind kräftig und zeigen zahlreiche Schmelzfalten. Die Arme scheinen, nach den schlanken Schlüsselbeinen des Menschen von Krapina zu schließen, im allgemeinen schwach entwickelt gewesen zu sein, nichts deutet auf schwere Arbeit, die eine stärkere Funktion der vorderen Gliedmaßen gefordert hätte. Die Krapina-Schlüsselbeine erwachsener Individuen könnte man infolge ihres zarten Baues am besten mit solchen jugendlicher Individuen der Gegenwart vergleichen.

Die Verbreitung des Urmenschen (Homo primigenius) erstreckte sich durch das ältere Diluvium Frankreichs, Belgiens, Deutschlands, Mährens, Kroatiens (Funde von La Naulette, d'Arcy, Malarnaud, Neandertal, Spy, Taubach, Krapina, Sipka). Den mit sehr stark prognathem Unterkiefer ausgestatteten Krapinamenschen betrachtet Prof. Kramberger als eine besondere Varietät.

Zu dem bereits mit den Charakteren des modernen Menschen ausgestatteten Homo sapiens fossilis gehören die aus dem Löß von Brünn stammenden Schädel, der Unterkiefer von Předmost, der Unterkiefer aus dem Löß von Vukovar u. a. Alle diese Reste besitzen eine dem rezenten Menschen schon mehr oder weniger entsprechend gebaute Stirn, ein hervortretendes Kinn u. s. w. Doch bieten manche von ihnen noch gewichtige Anklänge an den altdiluvialen Menschen.

Es läßt sich nach Prof. Kramberger an den diluvialen Resten des Menschen zwar eine Summe von Varietäten, unter sich sowohl wie auch gegen den rezenten (gegenwärtigen) Menschen, feststellen. Doch sehen wir gleichzeitig, daß einige dieser Merkmale am lebenden Menschen gar nicht mehr vorkommen, andere wiederum sind jetzt bereits verallgemeinert. Es unterliegt auf Grund der Vergleichung der einzelnen Schädelteile keinem Zweifel mehr, daß in der Entwicklung des Menschen vom unteren Diluvium an bis zum heutigen Tage keine Unterbrechung stattgefunden hat. Wir finden, soviel bekannt, am Skelett des altdiluvialen Menschen keinen inadaptiven (nichtanpassungsfähigen) Teil, der etwa die weitere Entwicklung und Kontinuität des Homo primigenius gegen den jetzigen Menschen unterbrochen hätte. Vielmehr sehen wir im Gegenteil eine Reihe Atavismen (Ahnenmerkmale oder Rückschläge zum Ahnentypus) am rezenten Menschen, die uns stets wieder an den älteren diluvialen Vorfahren erinnern, an dem jene Charaktermerkmale allgemeiner vertreten waren und so eine ununterbrochene genetische Reihe vom älteren Diluvium bis auf heute darstellen.

Die Fundstelle von Krapina darf man als gleichzeitig mit der von Taubach, der sie in paläontologischer Hinsicht sehr nahesteht, bezeichnen und beide in die sogenannte Günz-Mindel- oder Mindel-Rieß-Interglazialzeit versetzen. Da der Krapinamensch nach allen Befunden zweifellos altdiluvial ist und in den allerwichtigsten Charakteren mit den übrigen Schädeln, des Neandertals, Spy I und II, übereinstimmt, so kann man auch für diese ein hohes diluviales Alter annehmen. Der für altdiluvial gehaltene Schädel von Galley-Hill (s. Jahrbuch III, S. 251) dagegen macht auf Kramberger den Eindruck, als ob er bloß eine sehr dolichozephale Varietät des Lößmenschen (Homo sapiens fossilis) aus dem oberen Diluvium wäre.

Jünger als der Urmensch, wenngleich auch noch an der Grenze der paläolithischen und neolithischen Zeit lebend und wahrscheinlich mehr der ersteren angehörend, sind die „urgeschichtlichen Neger" Europas, ein Typ der alten Bevölkerung Europas, der sich auf Schädelfunde an der Riviera, in Frankreich, am Nordufer des Genfer Sees stützt.*) Die dahin gehörigen Schädel zeigen Negertypus,

*) Der paläolith. Mensch und seine Zeitgenossen aus dem Diluvium von Krapina. Mitteil. der Anthropol. Gesellsch. in Wien, Bd. 35 (1905), Heft 4/5.

*) Dr. L. Wilser, Globus, Bd. 87, Nr. 3.

Plattnasigkeit, Vorspringen der Kiefer, Dolichozephalie und Schmalheit des Schädels, so daß Wilser für die Rasse den Namen Homo primigenius variatio niger vorschlägt.

Ein Loch in der Rassenlehre.

Die Rassenfrage erfreut sich in steigendem Maße des Interesses weitester Kreise. Ja sie gewinnt, indem sie ganze Nationen oder innerhalb derselben einzelne Volksstämme in ihren Gefühlen und Handlungen bestimmt, eine unmittelbar praktische, nicht immer ungefährliche Bedeutung. Während die Wissenschaft mühsam tastend kaum sichere Merkmale einer bestimmten Rasse anzugeben wagt, schreitet das Leben über die wissenschaftlichen Bedenken frischweg zur Tat und beginnt auf dem schwankenden Boden der Rassenlehre den Rassenkampf. Sollten wir wirklich — so fragt der nüchterne Verstand — dem Zeitalter der Religionswirren kaum entronnen sein, um in eine nicht minder verderbliche Ära der Rassenkriege hineinzugeraten?

Wie unsicher die Grundlagen der Rassenlehre noch sind, bezeugt uns fast jede gewissenhafte Arbeit über die Bevölkerung eines beliebigen Erdabschnitts. Nicht einmal Europa, so lange und gut durchforscht es im Vergleich zu anderen Erdstrichen ist, macht eine Ausnahme. Noch vor zehn oder fünfzehn Jahren glaubte man die Bevölkerung unseres Erdteils aus drei Grundrassen zusammengesetzt. Neben der blonden, dolichozephalen, hochgewachsenen Rasse, die man als die germanische, kymrische, nordeuropäische oder ähnlich bezeichnete, und der brünetten, brachyzephalen, kleinen Rasse, die man die keltische, ligurische, keltoslawische, turanische oder alpine nannte, erkannte man die Existenz einer dritten an, die man mit dem Namen der mittelländischen beehrte. Sie sollte die dunklen Dolichozephalen Südeuropas umfassen, und man einigte sich nach längerem Streite dahin, sie als Leute von kleiner Gestalt anzusehen. Mit diesen drei Grundrassen aber kommt man gegenwärtig schon längst nicht mehr aus.

Dr. J. Deniker, einer der bedeutenderen französischen Rassenforscher, glaubt unter den gegenwärtigen europäischen Bevölkerungen mindestens sechs, vielleicht gar zehn verschiedenen Rassen zu begegnen.*) Er unterscheidet zwei blonde und vier brünette Rassen. Erstere sind die hochgewachsene dolichozephale nordische und die kleinere subbrachyzephale östliche; neben der nordischen nimmt er noch eine subnordische und neben der östlichen noch eine Weichselrasse an. Von seinen brünetten Rassen sind zwei, die dolichozephale iberische und insulare sowie die brachyzephale Westrasse, von kleiner Gestalt; die subdolichozephale atlantisch-mittelländische und die brachyzephale adriatische dagegen zeichnen sich durch große Figur aus. An die Seite der atlantisch-mittelländischen stellt er noch eine ziemlich gleichbeschaffene nordwestliche und neben die adriatische eine subadriatische Rasse.

*) Les six races, composant la population actuelle de l'Europe, in The Journal of the Anthropol. Institute of Great Britain and Ireland. Vol. 34, July to Decemb. 1904.

Deniker betont, daß er seine Rassen nicht auf die Schädelform allein gegründet habe, wie das die prähistorische Anthropologie tat, sondern möglichst auf die Gesamtheit aller körperlichen Merkmale, Größe, Haut- und Haarfarbe, Gesichtsform, Gestalt der Nase u. s. w. Man ist, sagt er, in der Anthropologie sehr lange durch die Ergebnisse der Schädelmessungen hypnotisiert worden, man kann jedoch eine Rasse nicht allein nach der Schädelform bestimmen und die Verwandtschaft zweier Rassen nicht auf die Ähnlichkeit ihrer Kopfform begründen. Dennoch spielen auch für seine Rassen die Begriffe dolicho- und brachyzephal, die man gewöhnlich mit lang- und kurzschädlig übersetzt, eine große Rolle.

Gerade diese Begriffe nun sind es, die nach den Ausführungen des Prof. Dr. Aurel v. Török, Direktors des anthropologischen Museums zu Budapest, in der Rassenlehre eine heillose Verwirrung angerichtet haben.*) Nachdem Blumenbach unter seinen fünf Menschenrassen als erste die kaukasische oder weiße Rasse oder Varietät aufgestellt hatte, lieferte der Schwede A. Retzius mittels einer neuen, von ihm ersonnenen Forschungsmethode den Nachweis, daß dieser weißen Rasse keineswegs die von Blumenbach angenommene Einheitlichkeit zukomme. Er zeigte, daß die Bevölkerung Europas hinsichtlich der Schädelform sehr verschiedene Elemente enthält, indem zum Beispiel die slawischen Völker, als Czechen, Polen, Russen, eine Schädelform haben, die von der der Schweden sehr abweicht.

Der ältere Retzius suchte die Klassifizierung des Menschengeschlechts auf Grund eines möglichst einfachen Merkmales durchzuführen, und dies Merkmal fand er in dem Verhältnis zweier Schädelmaße, der Länge und Breite des Hirnschädels. Ist zum Beispiel ein Schädel 200 Millimeter lang und 148 Millimeter breit, so beträgt die Verhältniszahl, indem man für die Länge ein- für allemal 100 setzt, in diesem Falle 74 (200 : 148 = 100 : 74). Diese als Schädelindex bezeichnete Verhältniszahl birgt jedoch, auf ihre Tauglichkeit zur Charakterisierung eines Schädels angesehen, zwei große Mängel, auf die v. Török eingehend aufmerksam macht. Sie zieht erstens von den mindestens drei Maßen, die man jedem Körper, also auch dem Hirnschädel, zugestehen muß, nur zwei in Betracht, indem sie die Höhe völlig außer acht läßt. Sie ist jedoch nicht nur unvollständig, sondern auch geradezu irreführend, wie an einem klassischen Beispiel schlagend nachgewiesen wird.

v. Török führt in einer Tabelle übersichtlich 15 Dolichozephale oder sogenannte Langschädel mit einem Verhältnis- oder Inderwert von 74 auf. Unter diesen Schädelformen befindet sich jedoch nur ein einziger wirklich langer Schädel, wenn wir nämlich die absolute Länge als das Maßgebende und Charakteristische betrachten: es ist der schon vorher als Beispiel angeführte von 200 Millimeter Länge

*) Neue Untersuchungen über die Dolichocephalie. Zeitschr. für Morphologie und Anthropol., Bd. 8 (1905) Heft 2.

(bei 148 Breite).*) Außer ihm befinden sich unter diesen 15 dolichozephalen Schädeln fünf kurze und neun mittellange. Die gewöhnliche Indexangabe erweckt also in diesem Falle eine ganz falsche Vorstellung von dem Aussehen der betreffenden Kopfformen, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil die Indexzahl kein absolutes Maß, sondern nur das Verhältnis zweier solcher Maße enthält. Ein Schädel von 161 Millimeter Länge ist, gegen den Nachbar von 200 Millimeter Länge gehalten, gewiß ein Kurzschädel. Bei seiner Breite von 119 Millimetern aber wird er, nach der üblichen Indexberechnung (161 : 119 = 100 : 73·91), einen Indexwert von 74 erhalten; er ist also so gut wie jener dolichozephal, das heißt nach der üblichen Annahme langschädlig.

Mit dieser Darlegung stößt nun v. Török ein arges Loch in die bisherigen Grundlagen der Rassenlehre. Wollen wir uns — so bemerkt er — schon jetzt ein- für allemal merken, daß weder eine solche dolicho- noch eine solche brachyzephale Menschenrasse ausfindig gemacht werden kann, bei welcher einerseits die wirklich langen und anderseits die wirklich kurzen Schädel in der absoluten Mehrheit nachgewiesen werden konnten. Will man das Rassenproblem auf Grund der Schädelforschung seiner Lösung näherbringen, so muß man zunächst einmal die allereinfachsten Merkmale, nämlich die Variationen der absoluten Schädelausmaße selbst, systematisch studieren, um endlich einmal etwas genauer angeben zu können, welcher Schädel als kurz, mittellang, lang u. s. w. gelten soll.

Die kraniologische Forschung hat nach v. Töröks Meinung in dieser Richtung bisher recht wenig geleistet. Unser Forscher versucht deshalb, auf Grundlage der drei Hauptmaße von vielen tausend Rassenschädeln etwas von dem Versäumten nachzuholen. Er findet u. a., daß bei den verschiedenen Menschengruppen oder Rassen in bezug auf alle drei Dimensionsmaße (Hirnschädellänge, Schädelbreite und Schädelhöhe) stets die mittelgroßen Werte vorherrschen. So sind, um nur ein Beispiel anzuführen, von 6414 auf ihre Höhe untersuchten Schädeln nur 6·13 Prozent als niedrig, 18·99 Prozent als hoch, aber 74·88 Prozent, also drei Viertel, als mittelhoch anzusprechen. Und so sind nicht nur die mittelhohen, sondern auch die mittellangen und mittelbreiten Schädelformen auf Erden am häufigsten vertreten. Von einem Vorherrschen der Langschädel-Dolichozephalen oder der Kurzschädel-Brachyzephalen in einem bestimmten Volke kann demnach auf Grundlage von wissenschaftlichen Beobachtungen fürderhin nicht mehr die Rede sein.

Sollten nun nicht aber bei den bisher als dolichozephal bezeichneten Rassen — den Negern, Eskimos, Weddas, Singhalas, Tamilen, Australiern und Schweden — doch die wirklichen Langschädel überwiegen? v. Török untersucht auch diese Frage und findet auf Grund der ihm hier zu Gebote stehenden Angaben, daß unter diesen sieben dolichozephalen Rassen drei sind (Wedda, Singhala, Tamilen), die im Vergleich zur Allgemeinheit des Menschengeschlechts überhaupt keine wirklich langen Schädel aufweisen, da ihre längsten Schädel noch nicht einmal die Mindestgrenze der langen Schädel für die Allgemeinheit (197 Millimeter) erreichen. Die Mehrzahl der sieben dolichozephalen Rassen weist gewiß auch entschieden lange Schädel auf; die längsten kommen bei den Australiern vor, dann folgen die Schweden, die Neger und die Eskimos.

Da es also auch nichtlangschädlige Dolichozephalrassen gibt, kann die „Dolichozephalie" doch nicht als eine einfache, einheitliche Schädelformkategorie angesehen werden, wofür sie bis jetzt gehalten wurde. Ja es kann nicht einmal eine solche dolichozephale Rasse ausfindig gemacht werden, innerhalb welcher die wirklich langen Schädel in der dominierenden Mehrheit auftreten.

Als A. Retzius seinerzeit den rühmlichen Plan faßte, das gesamte Menschengeschlecht auf Grund der Schädelformen zu klassifizieren, schwebte ihm die Idee vor, daß ursprünglich jedem einzelnen Volk (gens) nur eine einzige Schädelform als Stammform zukam, die erst später im Laufe der Zeit durch Vermischung des Volkes mit fremden Einwanderern sowie durch die abändernden Einflüsse einer höheren Zivilisation verwischt wurde. Könnte diese Hypothese, auf welche sich die Lehre von den dolicho- und brachyzephalen Völkern stützt, durch Tatsachen bewahrheitet werden, so wäre die Idee A. Retzius' des höchsten Ruhmes wert. Aber sie ist bisher kaum einmal an der Hand der Tatsachen geprüft worden. A. v. Török macht den Versuch einer solchen Prüfung.

Hätte ursprünglich ein Volk nur eine Stammform des Schädels, so müßten die Vorfahren der heutigen zivilisierten Völker die betreffende Stammform entweder ganz rein oder doch zum mindesten weniger vermischt und entartet (hybridisiert) aufweisen können als ihre heutigen Nachkommen. Was lehren aber die Tatsachen? Schon die ältesten Bewohner Schwedens aus dem Stein-Bronze-Eisenzeitalter weisen ein auffallend buntes Gemenge der Schädelformen auf, nach dem Werke von G. Retzius „Crania suecica antiqua" (Alte Schwedenschädel) 31 Prozent kurze, 54 Prozent mittellange und kaum 15 Prozent lange Schädel. Wenn wir nun ferner sehen, daß auch bis auf den heutigen Tag von jedweder Zivilisation noch unberührt gebliebene Völker gleichfalls ein ebenso buntes Gemisch von Schädelformen aufweisen,*) so muß die Glaubwürdigkeit der A. Retziusschen Hypothese völlig dahinschwinden. Sie steht mit den Tatsachen, mit der Gesetzmäßigkeit der Schädelvariationen in einem unversöhnlichen Widerspruch. Wenn diese einfache Tatsache etwa 60 Jahre lang unbemerkt oder unbeachtet bleiben konnte, so ist das wohl einzig und allein auf die Einseitigkeit der bisherigen Forschungsmethode mit den Indexzahlen zurückzuführen.

Ob sich angesichts dieses Forschungsergebnisses die sechs beziehungsweise zehn europäischen Rassen Denikers, zu dem wir nun zurückkehren, aufrecht erhalten lassen, muß die Zukunft lehren. Hier wol-

*) v. Török teilt die Schädel nach ihrer absoluten Länge in kurze (143—169 *mm*), mittellange (170—196 *mm*) und lange (197—224 *mm*).

*) Bei den primitiven Wedda z. B. kommen 16·67 Prozent kurze, 58·33 Prozent mittellange, 25 Prozent lange Schädelformen vor.

len wir noch kurz auf seine Charakteristik und auf die Wohnsitze dieser Rassen eingehen.

Die blonde, hochgewachsene, dolichozephale Rasse, die man am besten als die nordische Rasse bezeichnet, weil ihre Angehörigen fast ausschließlich im Norden Europas gruppiert sind, hat folgende Hauptmerkmale: sehr hohe Gestalt (durchschnittlich 1·73 Meter), geschmeidige blonde, oft rötliche, wellige Haare, helle, zumeist blaue Augen, länglichen, dolichozephalen Kopf (Index am Lebenden 76 bis 79), rosig weiße Haut, längliches Gesicht und gerade, hervorspringende Nase. Der reine oder leicht abgeänderte Typus dieser Rasse ist verbreitet in Schweden, Dänemark, Norwegen (außer im südlichen und westlichen Küstengebiete), im Norden Schottlands, an der Ostküste und im Norden Englands, wahrscheinlich auch im Nordosten Irlands; auf den südlichen Faröer, in Holland nördlich vom Rhein, in Friesland, Oldenburg, Schleswig-Holstein, Mecklenburg und wahrscheinlich in den angrenzenden preußischen Provinzen; endlich an den Küsten der russischen Ostseeprovinzen und unter der schwedisch sprechenden Bevölkerung der finnischen Küste. Es ist dies die kymrische Rasse Brocas, die germanische oder „Reihengräber"-Rasse der deutschen Autoren, die „teutonische" Rasse Ripleys oder endlich der Homo Europaeus von Lapouge und Ammon.

Neben dieser Rasse steht eine blonde oder kastanienbraune, mesozephale, groß oder mittelgroß gestaltete Unterrasse, die subnordische; sie wird durch ein eckiges Gesicht, aufgeworfene Nase, ziemlich starre, schlichte Haare von flachs- oder aschblonder Färbung gekennzeichnet und ist besonders in Norddeutschland, unter den Letto-Lithauern, unter den Tavasten und Savolaken in Finnland verbreitet, vielleicht auch auf der Westküste Norwegens und in Dänemark, auf der Westküste Schottlands und im Süden der Faröer (Reste der Bevölkerungen des Bronzezeitalters dieser Gegenden?).

Die zweite Hauptrasse, die blonde, subbrachyzephale, kleingewachsene oder östliche Rasse, zeigt folgende Hauptmerkmale: ziemlich niedrigen Wuchs (durchschnittlich 1·63 bis 1·64 Meter), ziemliche Rundköpfe (Index am Lebenden 82 bis 83), asch- oder flachsblonde Haare ohne Lockenfall, breites, viereckiges Gesicht, oft Stulpnase, blaue oder graue Augen. Die Repräsentanten dieses Typs sind die Bielorussen, die Poliechtschuki der Sümpfe von Pinsk. Vermischt mit tatarischen oder finnischen Typen findet diese Rasse sich häufig unter den Großrussen Nordrußlands, auch begegnet man ihr stellenweise in Südrußland sowie unter den Kareliern Finnlands.

Dieser Rasse müßte man eine blonde oder kastanienbraune, mesozephale, sehr kleine Nebenrasse, die Weichselrasse, zugesellen, die unter den Polen, den preußischen Kassuben, wahrscheinlich auch in Sachsen und Schlesien häufig zu treffen ist. Vermischt findet man sie unter den Lithauern und bei gewissen Bevölkerungsgruppen Rußlands.

Die dritte Hauptrasse, von dunklem Typus und kleinem Wuchs, aber dolichozephal, die iberisch-insulare Rasse ist sozusagen ungeteilt in der ganzen Pyrenäenhalbinsel, gewisse Küsten ausgenommen, und auf den Inseln des westlichen Mittelmeeres (Korsika, Sardinien, Balearen u. s. w.) verbreitet. Doch trifft man sie auch, fast rein oder leicht vermischt, in gewissen Teilen Frankreichs (Angoumais, Limousin, Perigord), in Süditalien und da südlich von Neapel fast rein. Ihre Hauptmerkmale sind ein sehr langgezogener Schädel (Index am Lebenden 73 bis 76), schwarze, bisweilen lockige Haare, sehr dunkle Augen und schwarzbraune Haut, gerade oder aufgestülpte Nase. Es ist dies die Mittelmeerrasse, der Homo mediterraneus oder die braunen Dolichozephalen gewisser Autoren.

Als vierte Hauptrasse tritt eine dunkle, sehr brachyzephale, kleingewachsene Rasse auf, die wir die Cevennen- oder westliche Rasse nennen, weil ihre bestcharakterisierten Vertreter sich im äußersten Westen des europäischen Festlanddreiecks, in den Cevennen, dem Zentralplateau und auch den Ostalpen finden. Ziemlich rein tritt sie auch in der Provence, in Italien am oberen Polaufe und in einem Teile Toskanas, in Transsylvanien und wahrscheinlich im Zentrum Ungarns auf. Vermischt mit andern Rassen begegnet sie uns vielfach, besonders vom mittleren Loirebecken quer durch Europa bis zum Südwesten Rußlands. Die Hauptmerkmale dieser als keltische, kelto-ligurische, kelto-slawische, sarmatische, rhätische, ligurische, Homo alpinus bezeichneten Rasse sind der sehr runde Schädel (Index 85 bis 87), die Kleinheit des Wuchses (1·63 bis 1·64 Meter), die braunen oder schwarzen Haare und hell- oder dunkelbraunen Augen, ferner das runde Gesicht, der stämmige, untersetzte Körper und die ziemlich breite Nase.

Fünftens läßt sich eine dunkle, subdolichozephale, hochgewachsene Rasse als atlantisch-mittelländische oder Küstenrasse aufstellen. Man trifft sie an den Mittelmeerküsten von Gibraltar bis zur Tibermündung, ferner auf der Osthälfte der Balkanhalbinsel (Bulgarien, Mazedonien, Griechenland) und an mehreren Punkten der atlantischen Gestade, von Gibraltar bis zur Mündung des Guadalquivir, an der Küste Nordportugals und am Golf von Biscaya, im unteren Loirebecken, jedoch in mehr oder minder reinem Zustande nirgends weiter als 200 bis 250 Kilometer vom Meere entfernt. Sie zeichnet sich durch Neigung zur Mesozephalie (Index 79 bis 80), eine selten unter 1·66 Meter herabgehende Größe und sehr dunkle Augen- und Haarfärbung aus.

Den Beschluß macht die dunkle, brachyzephale, aber hochgewachsene adriatische oder dinarische Rasse, deren Hauptsitz der Umkreis des nordadriatischen Meeres (Bosnien, Dalmatien, Kroatien, fast die ganze Mitte der Balkanhalbinsel) ist. Etwas abgeändert begegnet man ihr auch in der Romagna und Venetien, in gewissen Teilen Tirols und der Schweiz, auch in der französisch-belgischen Region von Lyon bis Liège. Ihre Hauptmerkmale sind hoher Wuchs (1·68 bis 1·72 Meter im Durchschnitt), starke Brachyzephalie (Index am Lebenden 81 bis 86), feine gerade oder gebogene Nase und leicht gebräunter Teint sowie braune Haare.

Neben diesen beiden letzten Rassen stehen zwei Unterrassen, die jedoch, wie Deniker selbst zugibt, ihren Ursprung vielleicht nur der Mischung

der beiden letzteren unter sich oder mit der nordischen, subnordischen und westlichen Rasse verdanken.

Jeder unparteiische Anthropologe, so schließt Deniker seine Ausführungen, wird zugeben müssen, daß man den drei klassischen europäischen Rassen, der nordischen, westlichen und iberischen, noch drei andere hinzufügen muß, für die er als wissenschaftliche Benennung Homo Vistulensis, Homo Atlanto-Mediterraneus und Homo Adriaticus vorschlägt.

Schon diese Ausführungen, und noch besser Denikers mühsame, sehr ins Einzelne gehenden Karten, eine über die durchschnittliche Größe des Menschen, die zweite über die Verteilung des braunen Typus in Europa, zeigen, daß von einer reinlichen Scheidung zwischen diesen Rassen, oder von der alleinigen Herrschaft der einen oder der andern in einem bestimmten Volke nicht die Rede sein kann. Ob sich ein verändertes oder genaueres Bild der einzelnen Rassen ergäbe, wenn statt der trügerischen Indexziffern die wirklichen Schädelmaße zu Grunde gelegt würden, muß dahingestellt bleiben.

Eine Vorstellung von der Schwierigkeit, den Typus eines wenn auch kleinen Volkes rassenanatomisch genau zu umschreiben, liefert uns die Arbeit von Dr. Richard Weinberg über die Gehirnform der Polen.*)

Weinberg versucht, ehe er an sein eigentliches uns hier nicht berührendes Thema geht, auf Grund der vorhandenen Angaben ein Bild von dem körperlichen Aussehen der Polen zu entwerfen. Er hat dabei gleich eingangs die noch weitverbreitete Meinung zu bekämpfen, daß der slawische Typus, dem die Polen einzuordnen sind, ein durchaus kurzköpfiger und dunkelhaariger sei. Auch in Landschaften mit erdrückend slawischer Bevölkerung, wie Rußland, Polnisch-Galizien, werden noch heute zahlreiche Blonde angetroffen, und früher wenigstens hat, wie die Schädel der zentralrussischen Kurgane dartun, die Urbevölkerung Rußlands einen dolichozephalen Typus besessen mit wohlgebildetem Hirn- und Gesichtsschädel und länglichem Antlitz.

Unter den Polen lassen sich mehrere Unterrassen oder Typen unterscheiden, zum mindesten der des Adeligen und der des Bauern. Der adelige, „ritterliche" Typus vereint nach Fr. v. Hellwald in seinem Körperbau Kraft und Gelenkigkeit. Des Edelmannes Haare sind rabenschwarz, unter der hochgewölbten Stirn ziehen sich dichte, buschige Augenbrauen hin. Die dunkelbraunen feurigen kleinen Augen liegen tief in ihren Höhlen, die Nase ist gebogen, hervorgedrängt, die Lippen erscheinen aufgerollt und tief geschlitzt, das Kinn ist breitgezogen, das Haupt bis auf den klassischen Schnurrbart meist völlig geschoren, der Hals kurz, die Schultern breit und kräftig, die ganze Gestalt mehr gedrungen als gereckt. Der polnische Bauer dagegen erreicht zwar auch keine besondere Höhe, ist aber schwerfällig, ausgestattet mit starkem Knochenbaue, hochgewölbtem Brustkorbe und vorwiegend blonder Haar-, Haut- und Augenfarbe. So steht er dem Adeligen trotz einer einheitlichen Sprache als der Vertreter einer verschiedenen Nationalität gegenüber; der Ursprung des ersteren weist nach Süden. Offenbar hat in Polen die Überschüttung eines nordslawischen Stammes durch einen südslawischen stattgefunden, welch letzterer der Sieger war und blieb. Den polnischen Edelmann krönt bei übrigens gleichen Verhältnissen ein größerer Kopf als den Bauer. Während die Edelleute ihrer Kopf- und Gesichtsform nach sich als chamäprosope Brachyzephalen erweisen, gehört der polnische Dorfbewohner zur Kategorie der leptoprosopen Brachyzephalen*) und weist verhältnismäßig die größte Anzahl Dolichozephaler (10 Prozent) auf. Den polnischen Edelmann stellt seine unverfälschte Brachyzephalie dem slawischen Typus der Tatra unmittelbar an die Seite, während der Versuch, die eigentümlichen Merkmale des polnischen Adels, der Schlachta, auf Beimischung mongolischen oder tatarischen Blutes zurückzuführen, nicht wissenschaftlich zu begründen ist.

Klimatische Verhältnisse und geographische Verbreitung scheinen auf die körperliche Erscheinung der Polen ebenfalls nicht ohne Einfluß gewesen zu sein. Verweilen wir, anstatt auf diese Unterschiede einzugehen, noch einen Augenblick bei der von Weinberg entworfenen Schilderung der Polin, die, wie überall in der Menschheit das Weib, so auch hier mit erstaunlicher Zähigkeit an dem ererbten Typus festhält.

Das polnische Weib zeichnet sich zunächst durch einen stärkeren Grad von Brachyzephalie aus als im Durchschnitt ihre männlichen Stammesgenossen. An Körpergröße erheblich hinter der Litauerin und Kleinrussin zurückstehend, neigt die Polin eher zu zierlichem als zu ausgesprochen kräftigem Körperbau. Ein großer Teil der russischen Polen gehört dem brünetten Typus an, und besonders häufig sind dunkle Farbennuancen beim weiblichen Geschlecht, während beim männlichen der blonde „slawische" Typus etwas häufiger anzutreffen ist als der rein dunkle oder gemischte. Mit heller Haut und blonden Haaren sind bei den Frauen viel öfter als beim Polen dunkle Nuancen der Augenfarbe vereinigt, und so zeigt sich unter den Polinnen vielfach der gemischte dunkle Typus verbreitet, der den Beobachter immer an lebhafte Durchkreuzung mit fremdem (südlichem? Schlachta-?) Blute gemahnt. Im Verein mit dem vielfach ans Krankhafte grenzenden marmorbleichen Inkarnat des Antlitzes, den großen Augen und den weitgeöffneten Lidspalten mag gerade jener eigentümlich fremdartig anmutende Mischtypus dem Rufe der außergewöhnlichen Schönheit, dessen sich die Polin seit jeher überall erfreut, zu Grunde liegen. Ein ovales ebenmäßiges Antlitz, eine gerade, feine, selten gekrümmte, häufig gestutzte Nase mit hohem Rücken und unmerklich in die Wangenhaut sich verlierenden Seitenwänden tun dieser Schönheit keinen Eintrag.

Das Salz der Erde.

Die verschiedenen sich als Rassen von ihren Nachbarn mit Bewußtsein absondernden Teile eines

*) Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol., Bd. 8 (1905), Heft 2.

*) chamäprosop = breitgesichtig, leptoprosop = schmalgesichtig.

Volkskörpers sind gewöhnlich nicht nur stolz auf gewisse körperliche Vorzüge, die sie wirklich oder vermeintlich vor den nicht zur Rasse Gehörigen auszeichnen, sondern brüsten sich nicht selten auch noch mit geistigen Gaben, die sie allein, oder doch in höherem Maße als andere, besäßen. Nach Ansicht mancher Forscher ist es mindestens verfrüht, irgend einem der vorhandenen Rassetypen einen besonderen geistigen Vorrang zuzuerkennen. Andere meinen sogar mit ziemlicher Sicherheit voraussagen zu können, daß sich kein solcher Vorzug finden lassen werde, weil niemals ein solcher bestanden hat.

Ganz im Gegensatz zu ihnen ist eine Reihe meist jüngerer Anthropologen, besonders solcher, welche die Theorie skandinavischen Ursprungs der Indogermanen vertreten, geneigt, die geistige Elite der Menschheit in den Germanen zu sehen. Aus dieser Anschauung heraus erklärt sich das Bestreben Ludwig Woltmanns, möglichst viele der großen führenden Geister auf den Gebieten der wirtschaftlichen und religiösen Kultur, der Kunst und der Wissenschaft für das Germanentum zu beanspruchen. Er tut das, indem er einerseits die germanische Abstammung, anderseits den bekannten blonden, blauäugigen, dolichozephalen germanischen Rassetypus bei ihnen nachzuweisen strebt.

In einer Anzahl höchst interessanter Aufsätze*) versucht Dr. Woltmann seine Ansicht teils an einzelnen Beispielen, teils in zusammenhängender Geschichtsdarstellung zu beweisen. Raffael Santi war, nach den beglaubigten Bildnissen und nach seinem Skelett zu urteilen, ein Glied der germanischen Rasse mit femininem (weiblichem) Typ und leichter Beimischung des dunklen Pigments; auch der Familienname weist zweifellos auf germanische Abkunft hin. Der physische Typus von Immanuel Kant, dessen Großvater aus Schottland war, blondes Haar, frische Gesichtsfarbe, noch im hohen Alter mit gesunder Röte überzogene Wangen und blaue Augen, weist ihn der nordischen Rasse beziehungsweise ihrem germanischen Zweige zu. Die Kleinheit seiner Gestalt und die Form und Größe seines Schädels sind Folgen krankhafter (rachitischer) Anlagen. Galileo Galilei, der große Vorkämpfer der heliozentrischen Weltanschauung, wird sowohl durch edle Herkunft und Namensursprung der väterlichen und mütterlichen Familie, ferner durch die körperlichen Merkmale, große Statur und weiße Haut, rötliches Haar und blaue Augen, der germanischen Rasse zugewiesen; wahrscheinlich war er dem langobardischen Stamme entsprossen.

Die Frage, ob Dante blond oder brünett war, wird im ersteren Sinne entschieden. Das lange schmale Gesicht, das charakteristische Profil, die blonden Haare und die helle Haut lassen unzweifelhaft erkennen, daß Dante ein Sprößling der germanischen Rasse gewesen ist. Dafür zeugen auch die genealogischen Untersuchungen über die Herkunft der Familie Dantes. Auch Christoph Kolumbus war ein — Germane. Die ausführlichste Schilderung seines Äußeren gibt Las Casas: Kolumbus war von hoher Statur, über mittelgroß, das Gesicht war lang und imponierend, die Nase adlerförmig gebogen, die Augen hellblau, der Teint weiß mit lebhaftem Rot, Bart und Haupthaare waren in seiner Jugend blond, Not und Sorge aber bleichten sie schon früh. Der große Entdecker trug also alle unvermischten Merkmale der nordischen Rasse. Martin Luther wird nicht selten zum slawischen Typus gerechnet, während anderseits H. St. Chamberlain in seinen „Grundl. der Zivilisation des XIX. Jahrhdrts" ihn als Vollblutgermanen beanspruchen möchte. Hier scheint die Wahrheit in der Mitte zu liegen, indem der germanische Typus Luthers, lockige, blonde Haare, rosiges Inkarnat der Haut, langes, in der Jugend schmales Gesicht, mittelgroße Gestalt, eine geringe Beimischung der brünetten Rasse erlitten hatte, die sich namentlich in der Mischfarbe der Augen ankündigt.

Bei seinen Untersuchungen über den Ursprung der „Renaissance" in Italien fand Woltmann, daß die Goten in Italien keineswegs untergegangen sind, daß die ihnen in der Herrschaft folgenden Langobarden eine totale soziale Umwälzung hervorriefen, die von den Franken, Sachsen und Normanen fortgesetzt wurde, derart, daß die herrschenden Schichten Italiens im städtischen Patriziertum, im Adel und in der Kirchenorganisation germanischen Ursprungs sind. Die germanischen Stämme führten in Italien eine tiefgehende Umwälzung im Charakter der alten Bevölkerung herbei, brachten Freiheit, Ehre und Würde wieder, welche die entartete Brut verloren hatte, und wurden zum Ausgangspunkt für die politische und geistige Wiedergeburt der Nation. Ja sie waren eigentlich selbst diese Nation, die nur äußerlich römische Sprache und Sitte annahm und das Bewußtsein ihrer Abstammung verlor.

Woltmann weist in dem unten genannten Werke nach, daß die übergroße Mehrzahl der italienischen Genies germanischer Abkunft war, dem blonden oder dem ihm nahestehenden Mischtypus angehörte. Die „Renaissance" aber, diese angebliche Wiedergeburt des Altertums, muß in Wahrheit als die eigenartige Schöpfung einer neuen und frischen Rassekraft aufgefaßt werden. Es besteht ein fortlaufender Zusammenhang von den ersten geistigen Regungen der Germanen bis zu den höchsten Schöpfungen der Renaissance, ebenso zwischen der Niederlassung der Germanen und der Produktion von Genies, die jene Schöpfungen hervorbrachten.

Dieser Einfluß des Germanentums auf die Kultur der Halbinsel hat mit der Renaissance nicht sein Ende erreicht. Von etwa 30 der bedeutendsten Talente, die das moderne Italien hervorgebracht hat, ist nur ein einziger, Giuseppe Mazzini, als ein Abkömmling der vorgermanischen Bevölkerung anzusehen. Für fünf unter jenen dreißig, die Dichter Alfieri, Foscolo, Manzoni, Leopardi und Aleardi, weist Woltmann nach, daß die Familiennamen germanisch sind und daß die Träger derselben reinen oder nahezu reinen germanischen Typus zeigen. Bezeichnenderweise sind alle aus dem Adel hervorgegangen: im italienischen Adel und in der Bauernbevölkerung einiger Distrikte

*) Politisch-Anthropol. Revue, III. Jahrg., Nr. 3, 7—11, IV. Jahrg. Nr. 2, 4, 7. — Die Germanen und die Renaissance in Italien. Thüringische Verlagsanstalt Leipzig 1905.

Oberitaliens und Toskanas hat sich bis heute die germanische Rasse am reinsten erhalten.

„Es läßt sich", schreibt Woltmann, „der anthropologische Nachweis erbringen, daß die ganze europäische Zivilisation, auch in den slawischen und romanischen Ländern, eine Leistung der germanischen Rasse ist. Die Franken, Normannen und Burgunden in Frankreich, die Westgoten in Spanien, die Ostgoten, Langobarden und Bajuvaren in Italien haben die anthropologischen Keime zu der mittelalterlichen und neueren Kultur dieser Staaten gelegt. Das Papsttum, die Renaissance, die französische Revolution und die napoleonische Weltherrschaft sind Großtaten des germanischen Geistes gewesen."*)

Welchen überwiegenden Einfluß germanisches Blut auf die Entwicklung Nordamerikas und Australiens, zweier neuen Germanenheimaten, gehabt haben, in welcher Weise Germanen die Kultur Afrikas, Vorderindiens und Indonesiens beeinflußt haben, braucht hier nicht ausgeführt zu werden.

Eine große Rolle haben die Germanen nach Prof. Dr. G. de Lapouge auch in der Geschichte Frankreichs gespielt.**) Lassen wir die von den französischen Forschern offenbar zum Teile mit anderen Grundanschauungen betrachteten vorgeschichtlichen Zeiten außer acht, so treffen wir in historischer Zeit zunächst auf die Namen der Iberer und der Ligurer; wir wissen von ihnen herzlich wenig, und von ihrer körperlichen Beschaffenheit so gut wie gar nichts. Die über den Rhein kommenden Gallier oder Kelten haben eine beträchtliche Menge langköpfiger und lichthaariger Volksbestandteile mitgebracht, und die Gegenden, die ihre Hauptsitze waren, scheinen die heutige Niedrigkeit ihres Index***) und die Häufigkeit heller Haare gallischem Einfluß zuschreiben zu müssen. Im Umkreis dieser Keltenstämme steigt der Index, als ob die Rundköpfe die Urbevölkerung gebildet und sich in den Zwischenräumen der gallischen Siedelungen behauptet hätten. Die römische Eroberung hat die gallischen Bestandteile stark vermindert und zahlreiche und verschiedene fremde Bestandteile nach Gallien gebracht, Afrikaner, Griechen, Neger, Syrer, Juden; aber die echten Römer waren schon damals selten.

Den größten Teil fremder Bestandteile aber, der auch die meisten Spuren hinterlassen hat, brachte die Ansiedlung zahlreicher germanischer Völker. Diese Ansiedlung hatte den Zweck, das Land wieder zu bevölkern, das einen großen Teil seiner Bewohner verloren hatte. Die germanischen Bauern wurden häufig in öden und armen Gegenden angesiedelt, und von ihnen stammen die Ansammlungen hellhaariger Menschen in Gebieten, wohin weder die gallische Eroberung noch die Fruchtbarkeit des Bodens noch die germanische Eroberung das Blut dieser Rasse gebracht haben können. Am Ende der Römerherrschaft war der Schädelindex um fünf bis sechs Einheiten niedriger als heute. Der große rundköpfige Grundstock im Herzen des Landes bestand nicht; die drei Haupttypen der Bevölkerung sind nach den Friedhöfen jener Zeit: 1. der kleinwüchsige, schon in der Bronzezeit in Frankreich vertretene brachyzephale Homo contractus, 2. der große langköpfige Homo europaeus, 3. der kleine, ebenfalls langschädlige Homo meridionalis, hauptsächlich im Süden verbreitet und die dolichozephalsten Schädel der drei Gruppen liefernd.

Ähnlich wie die friedliche Besiedlung zur Römerzeit haben die dann folgenden kriegerischen Einfälle mehr als eine Million Germanen ins Land gebracht. Durch vier Jahrhunderte hat man nicht aufgehört, Germanen oder andere Barbaren auf Galliens Fluren zu verpflanzen.

Und doch ist heute nur noch verzweifelt wenig davon übrig.

Im Mittelalter treten die Rundköpfe vom Typus des Homo alpinus schon zahlreicher auf, besonders auf dem Ostabhang der Vogesen, die bis zum XV. Jahrhundert einen Hauptherd der Rundköpfe in Westeuropa gebildet zu haben scheinen. Es hat den Anschein, als ob sich während des ganzen Mittelalters die rundköpfigen Bestandteile der Bevölkerung bedeutend vermehrt hätten, während die andern sich gleich blieben. Gegen Ende des Mittelalters war die Bevölkerung Frankreichs schon zu zwei Dritteln das, was sie heute ist. Der rundköpfige Volksbestandteil, der aus unbekannten Ursachen sich in solchem Maße zu vermehren begann, ist der Homo alpinus (die Cevennen- oder westliche Rasse Denickers) von heute, während die früher kurzköpfigste Rasse, Homo contractus, in entsprechender Weise abnahm, obwohl sie auch bis heute noch nicht ausgestorben ist. Diese Überhandnahme der Rundköpfe und die Ausmerzung der blonden Dolichozephalen hat sich in ungeschwächtem Maße bis heute fortgesetzt, so daß der Franzose der Jetztzeit in anthropologischer Hinsicht ein ganz anderer Mensch als der des Mittelalters, selbst der Renaissance, ist.

„Die Überhandnahme der Rundköpfe", schreibt de Lapouge, „ist nicht bloß eine anthropologische Tatsache. Auch die Geistesrichtung des französischen Volkes hat sich mit der Gestalt des Gehirns geändert. Die Gemütsart der zeitgenössischen Franzosen, ihre Betrachtungsweise der politischen, religiösen, moralischen, ja sogar der literarischen Fragen ist eine ganz andere als früher. Der Unterschied macht sich um so bemerklicher, je mehr die Verpöbelung der Sitten und Einrichtungen den Einfluß der höheren Stände durch den der unteren ersetzt. Dies zeigt sich in den geringsten Einzelheiten. Es genügt, die Poesie des Tingeltangels, eine wahre Negerpoesie, mit der volkstümlichen Dichtung des Mittelalters zu vergleichen, um sich den geistigen Rückschritt klarzumachen. Der kriegerische Geist der Franzosen von ehedem hat einer übertriebenen Friedensliebe Platz gemacht, die den Frieden um jeden Preis will. Unabhängigkeitssinn und Widerspruchsgeist, die Ursachen so vieler Umwälzungen und Bürgerkriege, sind verschwunden, Bedien-

*) Politische Anthropologie. Thüring. Verlagsanst. 1903, S. 293.

**) Die Rassengeschichte der französ. Nation. Politisch-Anthropolog. Revue, IV. Jahrg. (1905), Nr. 1.

***) d. h. die geringere Kopfbreite im Verhältnis zur Schädellänge (= 100), also Mittel- oder Langschädligkeit (Meso- oder Dolichozephalie).

tenseelen sind in der Mehrheit. Die bemerkenswerten Angriffe auf das Christentum, die wir vor Augen haben, riefen nur tatenlose Klagen hervor in einem Lande, das die Ligue und die Religionskriege gesehen hat. Der Franzose der Geschichte ist nicht mehr, an seiner Stelle sehen wir ein neues Volk mit ganz anderen Neigungen. Es ist das erstemal in der Geschichte, daß ein rundköpfiges Volk zur Herrschaft gelangt ist. Die Zukunft allein kann lehren, wie dieser merkwürdige Versuch ausfallen wird, mit dem endgültigen Untergang Frankreichs oder, wie die Demokraten meinen, mit dem Zukunftsstaat."

Aber de Lapouge sieht in eine noch trübere Zukunft. Heute bildet Homo alpinus, der dunkle Brachyzephale, den Grundstock des französischen Volkes. Die verschiedenen alten und fremden Rassen machen sich fast nur noch durch Abänderung des Typus von alpinus bemerkbar, wo sie sich mit ihm vermischt haben. Dazu kommt, daß die Einwanderung immer mehr ausländische Bestandteile bringt. Man begegnet zwar in Paris noch nicht so viel Gelben und Schwarzen wie in London, aber es wird schon noch kommen; vor Ablauf eines Jahrhunderts wird das Abendland mit überseeischen Arbeitern überschwemmt sein. Anderseits verändert Auslese und innere Verschiebung sehr rasch die Zusammensetzung des Volkes. Die rundköpfigen Bezirke besiedeln die andern und man muß sich darauf gefaßt machen, in 100 bis 200 Jahren im größten Teile des Landes einen Index von 90 und darüber zu finden. Kommen noch, um das Werk zu vollenden, einige Tropfen gelben Blutes hinzu, so werden die Franzosen zu richtigen Mongolen.

So schlimm, wie Lapouge die Lage Frankreichs ansieht, ist sie in Wirklichkeit ja nicht; daß jedoch die Franzosen durch den Verlust des germanischen Elements, das in den Religionskriegen, bei der Hugenottenverfolgung, bei der Auswanderung der Refugiés und während der Revolution vor allem dezimiert wurde, ungeheuer geschädigt worden sind, wird kein vorurteilsfreier Beurteiler leugnen.

Gehirn und Geist.

Ist es schon nicht leicht, für die Wandlungen in der Volksseele, wie sie sich nach den Anschauungen G. de Lapouges in Frankreich vollzogen haben, die ausreichenden Gründe zu finden, so ist, aller Psychologie zum Trotz, eine Erklärung des individuellen psychischen Geschehens kaum erst angebahnt. Wohin wir uns auf diesem Gebiete auch wenden, überall tappen wir noch im Dunkeln oder sehen doch nur erst, wie W. His in seinen „Anatomischen Forschungen über J. Seb. Bachs Gebeine und Antlitz" schreibt, durch schmale Ritzen in neueröffnete Gebiete hinein. Das ist allerdings schmerzlich, kränkend, beschämend für den Freund der Wissenschaft; aber es ist besser, es sich einzugestehen, als sich zu täuschen; denn „wunderbare Dinge", sagt der Dichter des Jörn Uhl, „sind nicht aus der Welt geschafft, wenn die Menschen die Augen zukneifen und sagen: Ich sehe nichts, oder die Augen aufreißen und sagen: Ich sehe alles". Reißen wir also die Augen auf, um vielleicht etwas zu sehen.

In einer sehr interessanten, auf zahlreichen anatomischen Abhandlungen berühmter Fachleute fußenden Abhandlung sucht Dr. R. Weinberg*) zu zeigen, wie Gehirnform und Geistesentwicklung zusammenhängen, beziehungsweise ob ungewöhnliche seelische Gaben, die in auffallender Weise über den Durchschnitt hinausragen, auch in der morphologischen Ausgestaltung und Gliederung des Gehirns ausgeprägt sind. Er wählt zu dem Zwecke rhetorische Talente, große Musiker (Bach, Beethoven), Vertreter der sogenannten Geisteswissenschaften, Sprachforscher, Historiker, Philosophen (Leibniz, Kant u. a.), Naturforscher (Liebig, Döllinger, Bertillon, Helmholtz, Cuvier), mathematische Genies (Gauß u. a.), bedeutende Heerführer und Politiker.

Wir wollen aus der Fülle seiner Beispiele zwei herausgreifen. Das Gehirn Bachs trägt als Ganzes den Charakter einer reichen architektonischen Gliederung; das eigentlich Unterscheidende und Bezeichnende liegt jedoch in dem Verhältnis seiner Teile zueinander. Das Stirnhirn tritt in relativer Entwicklung nicht unerheblich gegenüber der hinteren Gehirnhälfte zurück und im Gegensatz zu der Stirn erscheinen bei Bach der Schläfenlappen und der gesamte Scheitellappen auffallend stark entwickelt. Die obere Schläfengegend hat dort, wo sie nach den Entdeckungen Flechsigs die Endstätten des Gehörnerven umschließt, eine besonders mächtige Ausbildung und ist stellenweise zu wulstigen Erhebungen angeschwollen. In der Gegend des Hinterhauptes zeigen beide Hirnhälften je eine halbkugelige Vorwölbung, die in auffallender Weise die Gestaltung des ganzen Gehirns beeinflußt.

Diese Eigentümlichkeiten, die das Gehirn des gewaltigen Tonbeherrschers auszeichneten, gewinnen im Zusammenhang mit den Besonderheiten, die am Gehörlabyrinth von Bachs Schädel nachgewiesen werden konnten, nicht nur ihre besondere Beleuchtung, sondern auch eine selbst für den physiologisch Ungeschulten leicht zu erkennende Bedeutung. Entstehen die Sinneszentren der Gehirnrinde**) in Abhängigkeit von der Ausbildung der entsprechenden äußeren Sinnesapparate — und beim Gehör ist es sicher so —, dann mußte eine ungewöhnlich reiche anatomische Ausstattung des Schneckenganglions in einer besonders ausgiebigen Entfaltung der entsprechenden Gehirneinrichtungen zum Ausdruck kommen, wie dies beim Bachhirn der Fall ist.

Für die Entwicklung hervorragender Verstandestätigkeit scheint eine reiche, in mancher Hinsicht außerordentlich komplizierte Ausgestaltung der Hirnwindungen sowie die Entfaltung der mittleren und hinteren oberen Scheitelgegend von Bedeutung zu sein. Hermann v. Helmholtz, mit vollem

*) Politisch-anthropol. Revue, III. Jahrg., Nr. 11.

**) Gewisse seelische Leistungen, besonders solche, die an unmittelbare Sinneseindrücke oder an das Sinnesgedächtnis geknüpft sind, finden wir auf bestimmte Gegenden der Gehirnoberfläche (Gehirnrinde) verteilt (lokalisiert). In diesen Sinnessphären oder Sinneszentren enden die letzten Verzweigungen der einzelnen Sinnesnerven.

Recht als Typus einer vorwiegend assoziativen (in Gedankenverknüpfung arbeitenden) Hirnorganisation zu bezeichnen, zeigte an seinem schon an Gewicht nicht ganz gewöhnlichen Gehirn eine hervorragende Ausstattung sämtlicher Rindenfelder, die zu der Assoziationstätigkeit im engeren Sinne in Beziehung gebracht werden.

Die auffallendsten Unterscheidungsmerkmale des Aufbaues der Hirnwindungen häuften sich bei Helmholtz in der hinteren Schläfengegend, am Orte



Gehirn des Mathematikers Gauß.

der sogenannten akustischen Rindenzentra, demnächst in der Scheitel- und Hinterhauptsregion, die eine recht bemerkenswerte Ausbildung verriet. Der auf die Innenfläche umgebogene Teil des Scheitellappens (der sogenannte Vorzwickel) war von bedeutender Flächenausdehnung und feiner Gliederung. Das Stirnhirn war in so hohem Grade gewunden und von queren Furchen durchzogen — quere Gliederung der Gehirnoberfläche ist bezeichnend für höhere Organisationsstufen —, daß es schwer fiel, dort das gewöhnliche typische Bild der Hirnrindenentfaltung wiederzuerkennen.

Das Ergebnis der Untersuchungen Weinbergs läßt sich dahin zusammenfassen, daß es zwar Elitegehirne gibt, daß diese aber nicht ein einheitliches Gepräge tragen, sondern je nach der Begabung ihres Trägers eine verschiedene Ausgestaltung einzelner Teile zeigen. Nach drei Richtungen, die einer exakten Beobachtung unmittelbar zugänglich sind, vermögen verschiedene Varietäten genialer Geistestätigkeit die Gehirnentwicklung zu beeinflussen, und zwar:

1. hinsichtlich der allgemeinen Form des Gehirns, seines anthropologischen Typus im engeren Sinne;
2. in der Ausmodellierung bestimmter umschriebener Rindengebiete und
3. in der verhältnismäßigen Massenentfaltung der großen Assoziations- und Sinnesfelder der Gehirnrinde.

Ist es schon merkwürdig, daß wir Auge und Ohr in der Zweizahl, andere Sinnesorgane, die in ihrer Art doch nicht weniger leisten, nur einmal besitzen, so wächst unsere Verwunderung, wenn wir hören, daß den doppelten Sinnesorganen zwei anscheinend ganz gleich geartete Gehirnhälften entsprechen, die jede für sich ein mehr oder weniger vollständiges Weltbild abspiegeln. Diese Tatsache benützt Dr. med. C. Reinhardt*) zu einer Erklärung der als das „Doppel-Ich" bezeichneten merkwürdigen Erscheinung.

*) Die Umschau, IX. Jahrg., Nr. 1.

Man könnte das Auftreten des Doppel-Ichs, nicht zu verwechseln mit dem Doppelgängerphänomen, auch als den Verlust des normalen Ich-Bewußtseins bezeichnen. Der Vorfall ist so wenig selten, daß man fast aus jedem Jahrgang einer politischen Zeitung oder medizinischen Zeitschrift derartige Fälle sammeln kann. Prof. Weir Mitchell berichtet den folgenden, der sich in Nordamerika zugetragen hat.

Ein ruhiger Bürger, ein „ordentlicher Mann", wie man zu sagen pflegt, der Familie hat, ist eines Morgens aus seiner Wohnung verschwunden, ohne eine Spur zu hinterlassen oder ferner ein Lebenszeichen von sich zu geben. Alle Nachforschungen sind vergeblich, so daß die anfänglich untröstlichen Angehörigen nach einiger Zeit an den Tod und ein rätselhaftes Verschwinden der Leiche glauben. Jahre verfließen — da erscheint eines Tages der Totgeglaubte auf einmal wieder in seinem ehemaligen Haushalt und nimmt sein gewöhnliches Leben wieder auf, als sei nichts vorgefallen. Nie spricht er über seine Abwesenheit, nie erzählt er, was ihm begegnet, tut vielmehr, als sei er immer zu Hause gewesen und habe nie ein anderes Leben geführt. Doch eines Tages ist er abermals spurlos verschwunden. Diesmal überzeugt, daß er noch lebe, stellt die Familie alle nur möglichen Nachforschungen nach seinem Verbleib an und entdeckt nach einiger Zeit, daß er in einem anderen Staate Nordamerikas im — Gefängnis sitzt. Es kann kein Zweifel sein, daß der Gefangene wirklich der Verschwundene ist: Aussehen, Handschrift, alles stimmt überein, nur die Erinnerung nicht. Der Gefangene weiß gar nichts von dem ordentlichen Manne, der verschwunden ist, kann aber auch keinerlei Auskunft geben, was er getrieben zu der Zeit, wo jener zu Hause in seiner Familie war. Er weiß ganz gut Bescheid über die letzte Zeit, die er lebte,



Gehirn des Mikrozephalen Manolino.

aber an einem Punkte hört sein Gedächtnis vollkommen auf. Und dieser Punkt, zeitlich verfolgt, stimmt genau überein mit dem Tage, an dem der ordentliche Mann aus seiner Familie, seinem Heim, seiner geachteten bürgerlichen Stellung verschwand. Beide waren ein und derselbe, das heißt ein Mann hatte zwei voneinander ganz getrennte Existenzen: eine als ordentlicher Mann, als Mann des Rechtes, eine als Verbrecher, als Mann des Unrechts. Beide Existenzen wechseln zeitlich miteinander ab, und in der einen schwindet die Erinnerung an die

andere. Es ist, als ob der Mann zwei getrennte Gehirne gehabt hätte.

Er hatte in der Tat auch zwei getrennte Gehirnhalbkugeln, von denen wir wissen oder wenigstens als ziemlich gewiß annehmen müssen, daß eine jede ihr gesondertes Weltbild sich formt und aufspeichert. Das eine Weltbild ist in diesem Falle das der Welt des Rechtes, das andere das der Welt des Unrechts. Daß jede Halbkugel ein volles Weltbild für sich enthält, sehen wir deutlich beim Tierversuch, indem zum Beispiel einem Hunde bei Wegnahme einer Gehirnhemisphäre Erinnerung und Erfahrung nicht erlöschen. Die Wegnahme auch nur beschränkter gleicher Teile beider Hirnhälften dagegen verursacht eine viel größere Störung, denn nun entsteht ein Ausfall in dem Weltbild. Aber obgleich wir so zwei Weltbilder zu unserer Verfügung haben, um uns danach in unseren künftigen Handlungen einzurichten, erlangt doch nur eine Halbkugel die Führung. Diese führende Hemisphäre ist bei den meisten, nämlich bei allen rechthändigen Menschen, infolge der stets vorhandenen Kreuzung aller Nervenbahnen die linke Hemisphäre; es sitzt also bei den Rechtshändern das Zentrum des Sprechens, Schreibens, Denkens in der linken Hirnhalbkugel. Bei den Linkshändern ist es umgekehrt. Gewöhnlich bleibt nur einem der beiden Weltbilder oder nur einer Hirnhälfte die Führung überlassen; doch es kann, wie das Auftreten der Menschen mit dem Doppel-Ich zeigt, auch anders kommen.

In krankhaften Fällen löst offenbar die eine Hemisphäre, die sich sonst im Dunkeln hielt, die für gewöhnlich führende, unserem Charakter entsprechende ab. Schwanken wir doch im normalen Zustande schon fortwährend mit unseren Entschlüssen zwischen zwei Motiven, die von den zwei „Ichs" in unseren Gehirnhälften ausgehen, und folgen schließlich dem Motiv, das unserem Charakter entspricht. Oft ist körperliche Schädigung, schwerer Blutverlust, Leuchtgas- oder Alkoholvergiftung die Ursache dieses Wechsels, oft ist eine solche Ursache nicht zu ergründen. Einen beständigen Charakter kann also offenbar nur der haben, dessen eine Gehirnhemisphäre unentwegt durchs ganze Leben die Führung behält.

Dieser Umstand, sagt Dr. Reinhardt, wirft auch einiges Licht auf rätselhafte Fälle, wie sie gerade in jüngster Zeit wiederholt vorkamen, daß Fürstinnen in nicht einmal eigentlich unglücklicher Ehe des bisher gewohnten guten (?) Lebens überdrüssig, mit Hauslehrern, Musikern oder anderen Männern, die ihnen höchst gleichgültig sein konnten, aller Vernunft zum Trotz, selbst ihre Kinder vergessend, eine höchst ungewisse Zukunft gesucht haben. Geistig normale Individuen können so etwas niemals (?) tun. Geschieht es doch, so deutet das auf eine krankhafte Charakterveränderung, einen Verlust der Führung der einen, durch Erziehung und Erfahrung zur Vorherrschaft gelangten Hirnhälfte, und das läßt das ganz Unbegreifliche ihres Handelns vom Standpunkt des Seelenarztes nicht nur begreiflich, sondern auch entschuldbar erscheinen.

Eine andere, neuerdings öfters öffentlich vorgeführte Erscheinung, das Schlaftanzen in hypnotischem Zustande, führt uns auf eine Arbeit über den Zusammenhang von Gehirn und Bewegung.

In einer kurzen, aber inhaltreichen Arbeit berichtet Prof. Dr. Adamkiewicz in Wien*) über die wahren Zentra der Bewegung.

Durch die Zerstörung der Großhirnrinde beraubt man ein Wesen nur der seelischen Fähigkeiten, des Denkens, Empfindens, Wollens, nicht



Die Traumtänzerin Magdeleine.

aber der Fähigkeit, sich zu bewegen, welche vielmehr völlig unberührt bleibt. Jedoch ist ein großhirnrindenloses Tier nicht mehr im stande, irgend eine Bewegung aus freien Stücken auszuführen. Es behält seine natürliche Körperhaltung bei, führt aber die Körperbewegungen in normaler Weise nur aus, wenn man es hiezu künstlich reizt. Die Großhirnrinde gehört also nicht zum Bewegungsapparat selbst, sondern gibt nur die Anregungen oder Befehle aus für die Bewegungen des Körpers.

Wenn dies feststand, so mußte die übliche Vorstellung ihren Halt verlieren, nach welcher der Wille von der Großhirnrinde aus direkt auf gewissen Bahnen (Stabkranzfasern, Großhirnschenkelfuß, ungekreuzte und gekreuzte Pyramidenbahnen) die Vorderhornganglien erreicht und von hier durch Vermittlung der vorderen Wurzeln die Muskeln selbst in Tätigkeit setzt. Denn in diesem Schema floß ganz unphysiologisch der psychische und der motorische Teil des Willenapparats anatomisch zusammen, nirgends war eine Grenze zu finden, an wel-

*) Neurologisches Zentralblatt 1904 (XXIII. Jahrg.), Nr. 12. — Broschüre: Leipzig, Braumüller, 1905.

cher das Organ des Willens aufhörte und der Apparat der Bewegung begann.

Das motorische Zentralorgan der Körperbewegungen mußte sich an anderer Stelle des Zentralnervensystems und außerhalb der Großhirnsphäre befinden. Es mußte, als Quelle der Bewegung, der mächtigsten physiologischen Verrichtung, auch anatomisch nächst den Hemisphären des Großhirns den größten Abschnitt des Zentralnervensystems einnehmen.

Dieser Gedanke führte Adamkiewicz darauf, in dem Kleinhirn, dessen Verrichtung (Funktion) bis heute noch unaufgeklärt ist, das gesuchte Zentralorgan für die Körperbewegungen zu vermuten, und in mehrjährigem mühsamen Experimentieren gelang es ihm, diese Vermutung zu bestätigen und zu folgenden Ergebnissen zu kommen:

Das Kleinhirn ist ebenso Hauptorgan der Bewegung, wie das Großhirn Hauptorgan der seelischen Funktionen ist.

Wie die Zerstörung der Großhirnrinde die seelischen Funktionen vernichtet, ohne den Bewegungsmechanis zu stören, so hebt die Verletzung des Kleinhirns die Bewegungsfähigkeit des Körpers auf, ohne die Arbeit der Seele zu stören.

Wie es auf der Oberfläche des Großhirns eine örtliche Verteilung der seelischen Funktionen gibt (funktionell getrennte Seelenfelder wie Sehsphäre, Riechsphäre u. s. w.), so findet auf der Oberfläche des Kleinhirns eine örtliche Beschränkung der motorischen Verrichtungen statt: es gibt hier Zentren für sämtliche dem Willen unterworfene Bewegungen des gesamten Körpers: des Kopfes, des Rumpfes und der Gliedmaßen. Die Zentra sind nicht nur räumlich getrennt, sondern haben auch eine ganz bestimmte und wohlgeordnete Lage, im wesentlichen auf derselben Seite, auf der sich die von ihnen mit Nerven versehenen oder verbundenen Muskelgruppen befinden.

Die Muskulatur der Gliedmaßen ist im Kleinhirn mit dreifachen Zentren bedacht: jede Vorder- und jede Hinterextremität hat ihr eigenes, die beiden Vorder- und die beiden Hinterextremitäten haben je ein besonderes und alle vier Glieder zusammen noch ein gemeinschaftliches Zentrum.

Vielleicht wird das weitere Studium des verwickelten Gehirnbaues eines Tages gestatten, nicht nur die eigenartige Reaktion der hypnotisierten Schlaftänzerinnen auf Musik und Poesie hinlänglich aufzuklären, sondern auch die merkwürdige Bewegungserscheinung, der wir uns nun im letzten Abschnitt zuwenden wollen, von dem Mißkredit mittelalterlichen Aberglaubens zu befreien und ins helle Licht der Wissenschaft zu rücken.

Das Geheimnis der Wünschelrute.

Der gegenwärtige Stand der geologischen Wissenschaft gestattet es, mit ziemlicher Bestimmtheit aus dem Schichtenbau eines Erdabschnitts Schlüsse auf das Vorhandensein oder das Fehlen einer ganzen Anzahl wertvoller Metalle und auch des unentbehrlichsten Minerals, des Wassers, in der Erdrinde zu ziehen. So ist die früher im Bergbau und bei der Quellenfindung vielfach angewandte Wünschelrute allmählich außer Gebrauch gekommen, und wenn man ihrer in wissenschaftlich gebildeten Kreisen Erwähnung tut, begegnet man höchstens einem bedauernden Lächeln. So erfuhr denn auch der Landrat a. D. v. Bülow-Bothkamp, der Besitzer der durch die Arbeiten von Vogel und Lohse voreinst weltberühmt gewordenen Bothkamper Sternwarte, seitens der Vertreter der Wissenschaft eine offene, allgemeine und geharnischte Absage, als er im „Prometheus" seine Erfahrungen über die Wünschelrute zum besten gab. Es war ihm nämlich gelungen, mittels der Rute an zehn Stellen das Vorhandensein unterirdischer Wasserläufe nachzuweisen, die in der Tat erbohrt wurden. Hierauf erklärten in der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift" zwei Geheime Bergräte und zwei königl. Landesgeologen, daß die Wünschelrute von einem ernsthaften und wissenschaftlich denkenden Menschen nur als Aberglaube, als auf Einbildung und Täuschung beruhend zurückgewiesen werden kann. Sie haben mit ihrer Erklärung wohl etwas über das Ziel geschossen, um so mehr, als ihnen offenbar eigene praktische Erfahrungen in der Beobachtung und Handhabung der Rute völlig fehlen.

Der bekannte Schweizer Geologe Albert Heim hat diese Gelegenheit benutzt, sich über seine Erfahrungen hinsichtlich der Wünschelrute und des Rutengehens auszusprechen.*) Er berichtet zum Beispiel folgenden Fall positiver Art:

Ich gelangte bei einer von mir gewünschten Untersuchung für eine Gemeinde im Kanton Zürich zu dem Resultat, daß ein Quellauf, der sich in angegebener Richtung bewegen müsse, mittels eines tiefen Grabens abgefangen werden könne, der von der von mir bezeichneten Ansatzstelle aus 50, höchstens 250 Meter weit zu treiben sei. An welcher Stelle auf 200 Meter Breite der Quellauf liege, sei durchaus nicht im voraus zu erraten. Mit der Ausführung der Fassung wurde Herr Ingenieur Weinmann aus Winterthur, der seinerzeit viele Wasserversorgungen gemacht hat und der auch die Wünschelrute gelegentlich benutzte, beauftragt. Er ging mit der Rute über die von mir angegebene Linie und bezeichnete dann nach der Rute die Stelle, wo der Quellauf darunter liege. Statt des von mir vorgeschlagenen längeren Grabens setzte man nun bloß etwa 10 Meter unterhalb der von W. bezeichneten Stelle an und traf direkt auf die vorausgesetzte kompakte Wasserader. Weinmann hatte auf den Meter richtig bezeichnet und er versicherte mich, daß er ohne die Rute so wenig wie ich eine besondere Wahrscheinlichkeit gerade für diesen Punkt innerhalb der 200 Meter hätte angeben können.

Durchaus nicht alle Rutengänger liefern brauchbare Ergebnisse. In den Fällen, die Heim zu beobachten Gelegenheit fand, wurden auf zehn Fälle etwa einmal die Wasseradern richtig mittels der Wünschelrute aufgefunden, in neun Fällen stimmte es nicht. Diejenigen Gelehrten, welche auf

*) Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 48. Jahrg. 1903, 3. u. 4. Heft.

dem rein physikalischen Standpunkte stehen und alle „übernatürlichen" beziehungsweise „übersinnlichen", das heißt von unserem Standpunkte aus physiologischen oder noch nicht ermittelten physikalischen Ursachen des Geschehens ausgeschaltet wissen wollen, erklären auch diesen einen unter den zehn Fällen für einen „Zufall". Anders Heim. Er kennzeichnet seinen Standpunkt folgendermaßen:

Wir Menschen haben leider nur etwa fünf Sinnesorgane. Hätten wir deren doppelt so viel, oder hätten unsere Sinnesorgane größere Spannweiten, so würde uns noch eine ganze Menge natürlicher Vorgänge klar sein, die wir jetzt nicht ahnen. Es fehlt uns ein Sinnesorgan für Magnetismus, es fehlt eines für Elektrizität, wir haben keines für longitudinale Ätherschwingungen, und von den transversalen empfindet unser Auge nur etwa eine Oktave; wir haben kein Sinnesorgan für die Röntgenschen X-Strahlen u. s. w. Es ist nun wohl möglich, daß uns unbekannte Vorgänge in der Natur hie und da die Grenzsphäre eines unserer Sinne treffen und dadurch etwas zur Wahrnehmung kommen, oder daß solche Vorgänge Begleiterscheinungen erzeugen, die für unser Empfinden teilweise wahrnehmbar sind. Unser Erkennen ist noch sehr gering und an unserem beschränkten Verständnis können wir nicht die Möglichkeit oder Unmöglichkeit eines Dinges bemessen da, wo es sich, wie hier, um sehr komplexe, schwer isolierbare Vorgänge handelt.

Zur Beantwortung der Frage, ob der Erfolg des Rutengehens vom Instrument oder von der Persönlichkeit des Suchenden abhängt, ist natürlich die genaue Kenntnis der Handhabung der Rute von großer Wichtigkeit. Möglichst gleichästige einfache Gabelzweige des Haselnußstrauches, 40 bis 60 Zentimeter lang und an den dünnen Enden etwa 1/2 Zentimeter dick, werden mit den 20 bis 30 Zentimeter voneinander entfernten Händen so gefaßt, daß der Handrücken nach unten gekehrt ist und die vier Fingerspitzen jeder Hand die Rute zwischen sich und dem Daumenballen halten. In dieser Lage gehalten, befindet sich die Rute infolge der seitlichen Auswärtskrümmung der beiden Gabelenden in einer scharfen Spannung; sie steht, nach Wassersucherart richtig gehalten, gerade auf dem toten Punkte in labilem Gleichgewicht. In dieser auf den toten Punkt gestellten Spannung genügt nun die geringste unwillkürliche Bewegung der Hand, den toten Gleichgewichtspunkt der Rute einige Millimeter nach unten oder nach oben zu verschieben, und je nachdem wird die Rute nach unten oder nach oben ausschlagen, das heißt „ziehen" mit der Kraft ihrer Spannung. Hat sie nur einige Zentimeter weit mit dem vorderen Stammende auszuschlagen begonnen, so vermag man eine etwas kräftige Rute zwischen Fingerspitzen und Daumenballen nicht festzuklemmen, sie rotiert gewaltsam unter den Fingern; ist sie hingegen schwach und etwas spröde, so kann sie dabei brechen.

Mit der Rute in dieser gespannten Gleichgewichtslage geht der „Wasserschmecker" langsam über Land, alle Aufmerksamkeit auf Terrain und Rute gerichtet. Da kommt der Ausschlag zu stande, „die Rute zieht". Aber — der Erfolg hängt nicht am Instrument, sondern am Menschen, der es führt; denn von der früheren Ansicht, daß diese oder jene Holzart, diese oder jene Form der Rute, trockener oder grüner Zweig zu bevorzugen sei, sind selbst die meisten Rutengänger jetzt völlig abgekommen. Nach Beobachtungen, die Heim an sich selbst machte, wirkte bei ihm eine bewußte oder unbewußte Idee als Ursache der unwillkürlichen unbeabsichtigten Handbewegungen. Er sagt darüber:

„Wenn ich weiß, daß ich über einen Quelllauf gehe, so zieht mir die Rute regelrecht, ohne daß ich im geringsten im stande wäre zu entdecken, daß ich selbst dabei mithelfe; ich mache also die auslösende Bewegung unwillkürlich und unbewußt ganz wie als „Medium" beim sogenannten Gedankenlesen. Ich lese also nur meine eigenen Gedanken mit der Rute. Wenn ich aber mit der Rute über einen mir noch nicht bekannten Quellauf komme, so zeigt die Rute mir denselben nicht an. Wenn ich, über einen mir bekannten Quellauf gehend, mich auf die Idee intensiv versteife, die Rute solle nicht reagieren, so zieht sie nicht — der Wille kann also die unwillkürliche Bewegung hemmen. Wenn ich mir nur intensiv vorstelle oder vorbehaupte, es habe Wasser oder es habe keines unter mir, so zeigt die Rute das entsprechende Verhalten. Bei mir ist es also stets nur der Gedanke, die Idee, welcher die unwillkürliche Handbewegung und damit die Rute gehorcht, und in meiner Hand nützt die Rute beim Wassersuchen absolut nichts."

Aber diese Erklärung des Rutenschlages reicht doch nur bei einem geschulten Geologen zu. Heim hat mit Rutengängern verkehrt, die sicher absolut naive, kenntnislose und erfahrungslose, sogar sehr unintelligente Menschen waren und auf Terrains arbeiteten, die sie vorher nie gesehen hatten. Sie richteten keinen Blick auf den Charakter des Geländes, sie suchten keine Aufschlüsse im Boden, sie steiften sich nur auf ihre Rute und machten Angaben, die sich nicht nur von geologischen Gesichtspunkten aus rechtfertigen ließen, sondern auch durch nachfolgende Grabungen bestätigt worden sind.

Sehr lehrreich ist zum Beispiel folgender Fall. Das Dorf Z. wollte sich mit Wasser aus seinem ausgedehnten waldreichen Berggelände versorgen. Heim, der auf Wunsch des Gemeinderates das ganze Terrain untersucht hatte, berichtete, das Gebiet, mergelige Molasse ohne diluviale Bedeckung, sei leider ganz ungünstig, Quellen mit dem nötigen Ertrage seien hier absolut unmöglich, jedes Nachgraben sei verlorene Arbeit. Dennoch ließ einer der Gemeinderäte, ein begeisterter Anhänger der Wünschelrute, mehrere Rutengänger kommen und diese behaupteten steif und fest von einer bestimmten Stelle im Gemeindewald, daß dort etwa 4 Meter unter der Oberfläche eine große Masse von Quellwasser liege. Äußerlich war nichts sichtbar, was gerade diese Stelle als erfolgverheißend angedeutet hätte. Heim erklärte deshalb auch die Aussagen der „Rütlimannen" für Unsinn und Täuschung, obschon er selbst sah, daß den Leuten das Rütli hier „zog" und daneben nicht. Gegen seinen

Rat wurde an der betreffenden Stelle nachgegraben und — fast genau in der angegebenen Tiefe stieß man auf ein Sandsteinlager mit einer weiten, wassergefüllten Spalte. Ein prächtiger Quellbach floß aus, der Gemeinderat jubelte und der Geologe hatte für den Spott nicht zu sorgen. Aber die Freude währte kaum acht Tage, dann war alles Wasser ausgelaufen und es floß fast kein Tropfen mehr. Es handelte sich nicht um eine Quelle, sondern um einen in der Spalte längst angestauten Vorrat, einen sogenannten Wassersack. Diese Wasserspalte aber war von den Rutenmannen herausgefunden worden an einer Stelle und in einer Bodenart, wo ein Geologe niemals etwas so Seltenes und Kurioses hätte vermuten, geschweige erraten können. In diesem Falle konnte die Bewegung der Rute absolut nicht durch eine Idee bestimmt worden sein, es mußte unbedingt eine p h y s i o l o g i s c h e E r r e g u n g d u r c h d a s v o r h a n d e n e W a s s e r dieses merkwürdige Resultat gezeitigt haben.

H e i m hat viel mit einem Wünschelrutenmann aus der Wasserversorgungskommission der Gemeinde O. experimentiert, einem Manne, der sich selbst und die Natur ruhig zu beobachten vermochte und den Eindruck absoluter Zuverlässigkeit, Nüchternheit und Treue machte. Er verwendete statt der Zweiggabel lieber eine einfache Rute, an deren vorderem Ende er mittels eines Bindfadens etwas beliebig Schweres (Schlüsselbund, Taschenmesser) befestigte. In Ermanglung dieses Apparats hielt er auch einfach seine Uhr an der Kette frei über dem Boden. Ging er über gewöhnliches Terrain, die Rute wie eine Angelrute vor sich haltend, so blieb sie ruhig. Kam er über eine Wasserader, so fing der angehängte schwere Gegenstand an, um das Spannungsgleichgewicht der Rute auf und ab zu hüpfen. Die Uhr blieb im ersteren Falle ruhig, im zweiten pendelte sie.

Zunächst konnte H e i m hier direkt sehen, daß diese Bewegungen erfolgten infolge eines sonderbaren Z i t t e r n s d e r H a n d, die sich jedesmal deutlich sichtbar etwas r ö t e t e. Der Mann bestätigte: „es steckt nicht in den Instrumenten, sondern im Geblüt; mein Geblüt spürt das Wasser, und ich sehe und merke das nur viel sicherer an dem Pendel oder der Rute; nur bei sehr starken Quellen kann ich es ohne Instrument schon an mir direkt fühlen."

Die Gabelenden der Wünschelrute stehen nach oben, da sich an diesem Platze kein unterirdisches Wasser befindet.



Die Gabel schlägt nach unten, da sich der Wassersucher über einer unterirdischen Quelle befindet.

Die Wünschelrute.

Hier erscheint also die Wünschelrute als Fühlhebel, als Anzeiger für einen Erregungszustand, ein Zittern ihres Trägers. Diese Erregung mag manchmal von der Idee ausgehen, daß hier Wasser zu finden sei; H e i m überzeugte sich jedoch durch viele Versuche, daß sie häufig nicht seelischer, sondern physiologischer Natur sei. Dafür nur noch zwei Beispiele.

Einmal ging H e i m, von einem Rutenmann begleitet, der zeigte ihm von weitem, daß er dort an jener Stelle Wasser im Boden vermute, allein er habe es dort noch nie probiert. Er schnitt eine Rute und ging mit der bestimmten Erwartung zur Stelle, dort eine Wasserader zu finden; aber die Rute zeigte nichts an, die auslösenden Bewegungen seiner Hand waren also nicht von der Idee beherrscht.

Im Jahre 1884 korrespondierte der damalige Bürgermeister von Schweinfurth in Sachsen mit Heim. Derselbe brauchte keine Wünschelrute, keinerlei Instrument, er war auch nicht Geologe. Am sichersten fand er die Wasseradern, wenn er mit geschlossenen Augen und mit verstopften Ohren langsam über das Terrain ging. Plötzlich fühlte er sich dann in einem Zustand zittriger Erregung und, wie er sich ausdrückte: „er fühlte das Wasser unter sich rieseln." Ob die Ader nur einige Meter oder 50 Meter tief floß, machte für ihn wenig Unterschied. Hier haben wir also den physiologischen Reizzustand ohne den Fühlhebel der Wünschelrute schon merkbar. Der Bürgermeister hat seine Kunst praktisch betätigt, Unbeteiligte berichteten Heim von seinen merkwürdigen Erfolgen, von Mißerfolgen wollte niemand etwas wissen.

Heim berichtet auch von dem Münchner „Quellenfinder" Beraz, der seine anfänglich untrügliche Fähigkeit durch üppiges Leben untergrub und das Quellsuchen infolgedessen aufgeben mußte. Etwas Ähnliches behaupten von ihrer Sensibilität und geheimnisvollen Kraft bekanntlich die Magnetopathen. Heim kommt schließlich zu dem Ergebnis, daß es einzelne Personen gibt, welche durch unter ihnen im Boden befindliches Wasser in einen Zustand gelangen, den sie direkt empfinden oder mittels der Wünschelrute als Fühlhebel sich selbst sichtbar machen. Eine systematische Durchprüfung der Sache fehlt noch, wir haben aber in der „Witterung" der Tiere etwas Ähnliches. Vielleicht beruht diese Witterung auf einem undefinierbaren Einfluß auf das Gesamtgefühl und erzeugt eine Art Kongestion, ohne daß sie einem bestimmten Sinnesorgan angepaßt ist.

Im Jahre 1905 hat der Herr v. Bülow-Bothkamp, dessen Tätigkeit als Quellensucher engeren Kreisen schon länger bekannt war, die Zeitungspresse durch seine fast nie versagende Handhabung der Wünschelrute in Aufregung versetzt. Freilich — im redaktionellen Teile hieß es entrüstet: „In katholischen Landen glaubt man an wundertätige Quellen und im Norden Deutschlands findet ein königl. Landrat mit dem Mistelzweig (es war ein Eisendraht!) Wasser. Dabei sprechen wir in Überhebung vom ‚grauen Mittelalter'." Und im Inseratenteile konnte man dann Anzeigen lesen wie nachfolgende: „Kein Mumpitz! Artesisch-Wasser wird mit Wasserrute gesucht und gefunden. Auskunft und Vereinbarung frei von J. P., Brunnenmeister, G. in Mecklenburg." (Berliner Tagblatt im Juni 1905.)

Herr v. Bülow wurde jedoch durch einen Bericht des Geh. Admiralitätsrates G. Franzius, der eine ausführliche Beschreibung der Versuche des Quellenfinders mit der Wünschelrute auf dem Terrain der Kaiserl. Werft Kiel gab,*) glänzend gerechtfertigt, und nun schwiegen oder revozierten die Spötter. Ja man staune: Angesichts solcher Tatsachen hat es der Kieler Universitätsprofessor Dr. L. Weber unternommen, in einer Schrift, die demnächst unter dem Titel „Die Wünschelrute und die Kunst, Wasser und Gold mit ihr zu finden" erscheinen wird, das gesamte, zum Teile aktenmäßige Material zusammenzustellen und der Öffentlichkeit zu übergeben. Er kann sich seine Mühe sparen, denn Albert Heim hat das ausreichend und überzeugend vor Jahren schon getan.

G. Franzius schließt seinen Bericht mit den Worten: „Ich selbst habe noch am selben Abend mit meinen beiden Söhnen die Wirksamkeit der Rute erprobt. Wir fanden, daß mein jüngster Sohn und ich nur mäßig begabte Quellensucher sind, die nur mit der Holzgerte arbeiten können. Mein ältester Sohn benützte jedoch auch den Eisendraht und ist ein wesentlich besserer Finder. Die meisten meiner Verwandten und Freunde, die den Versuch machten, haben keinen Erfolg gehabt. Ein sehr feinnerviger Neffe bekam aber nach wenigen Minuten beim Versuche mit Gold einen heftigen Starrkrampf, so daß ich kränkliche Personen dringend vor eigenen Versuchen warne. Ich habe vor wenigen Wochen in der Sommerfrische in der Schweiz Herrn Prof. Dr. Lasius aus Zürich und Herrn Geh. Baurat Richard aus Magdeburg wiederholt zeigen können, wie sowohl Gold als auch fließendes Wasser mit Sicherheit auf eine am Wege geschnittene, von mir benützte Walnußrute einwirkte, bei mir allerdings nach längerer Zeit und weit allmählicher als bei Herrn v. Bülow, bei dem der Eisendraht wie eine Feder emporschnellte."

*) Zentralblatt der Bauverwaltung, XXV. Jahrg., Nr. 74.

Anhang I.

Bilanz des Kreislaufes des Wassers.

Nach Prof. Ed. Brückner.

A. Weltmeer (366,000.000 km^2).

Verdunstung vom Meere	386.000 km^3	(106 cm*)
Auf das Land übertretend. Wasserdampf**)	25.000 „	7 „
Regenfall auf dem Weltmeer	361.000 km^3	99 cm

B. Peripherische Landflächen (114,000.000 km^2)

Wasserdampfzufuhr vom Meere**)	25.000 km^3	22 cm
Verdunstung vom peripherischen Lande	87.000 „	76 „
Regenfall auf den periph. Landflächen	112.000 km^3	98 cm

C. Abflußlose Gebiete (30,000.000 km^2).

Verdunstung vom abflußlosen Lande	10 000 km^3	33 cm
Regenfall auf dem abflußlosen Lande	10.000 km^3	33 cm

D. Ganze Erde (510,000.000 km^2).

Verdunstung vom Meere	386.000 km^3	76 cm
Verdunstung vom peripherischen Lande	87 000 „	17 „
Verdunstung vom abflußlosen Lande	10.000 „	2 „
Regenfall der ganzen Erde	483.000 km^3	95 cm

*) Verdunstungshöhe.

**) Eigentlich Differenz zwischen dem in der Atmosphäre vom Meere auf das Land und dem vom Land auf das Meer übertretenden Wasserdampf.

II.

Summarische Übersicht der Eolithstufen

nach Obermaier, unter Voraussetzung der Richtigkeit der bisherigen Ansichten.

I. Tertiär.

a) Oberes Oligozän.

Stufe von Thenay.

Die bearbeiteten Kiesel von Thenay (Loir-et-Cher) wurde 1867 von Abbé Bourgeois zuerst einem größeren Fachkreise vorgelegt; auf dem Kongresse von Brüssel (1872) unterbreitete man sie einer Kommission, in der sich zwar Desor, Fraas, Virchow und andere gegen den artifiziellen Charakter der Fragmente aussprachen, aber mit ihrer Meinung nicht durchdrangen. Neuere Untersuchungen, bei denen sich Capitan und Rutot schließlich auch dagegen aussprachen, brachten keine größere Klarheit. Will man die Existenz einer Thenay-Stufe zugeben, so läge in ihr eine Industrie aus dem oberen Oligozän (mit Acerotherium).

G. und A. Mortillet gehen noch weiter, indem sie die „Thenay-Industrie" einem Affenmenschen, Homosimius Bourgeoisii, zuschreiben. Er hätte bereits das Feuer gekannt und regelrechte Retouchen hergestellt. Er wäre älter als der Homosimius Ribeiroi, der die Kiesel von Otta, und der Homosimius Ramesii, der jene von Puy-Courny verwertete. Paläontologische Beweise liegen jedoch für keines der gedachten Wesen vor.

b) Miozän.

Stufe von Duan.

Auf dieses Silexlager stieß A. Laville 1905 bei einer geologischen Exkursion. Die Fragmente von Duan (Eure-et-Loir) stammen aus einer unberührten Verwitterungsschicht, bestehend aus einem mageren, rötlichen Lehme, der viele zersprungene und zerspaltene Feuersteine enthält, teils einzeln eingestreut, teils in großen Paketen aneinander gepreßt, wobei der Druck die Knollen ersichtlich allmählich zertrümmert hat. Da der genannte Lehm sicher miozän, vielleicht sogar eozän ist, so müßte, wenn die Stufe von Thenay bestritten bliebe, Duan zukünftig an der Spitze der Eolithindustrien rangieren.

Stufe von Puy-Courny.

Diese Fundschicht (Cantal) gehört dem oberen Miozän (mit Dinotherium).

Sie ward 1877 entdeckt und von Capitan und Klaatsch neuerdings untersucht. Die alten flußentstammenden Depots enthalten vorab zahlreiche Gebilde, die als Schlag- und retouchierte Schab-, Kratz- oder Bohrwerkzeuge gedeutet werden, sodann auch Amboſſe, große, flachbreite Steinplatten, die rings am Rande stark abgesplittert erscheinen und als Unterlagen gedeutet werden. Die portugiesischen Eolithen von Otta im Tejotal werden ebenfalls dem oberen Miocän zugeteilt, wären also gleichaltrig mit Puy-Courny.

c) Mittleres Pliozän.

Stufe des Chalkplateaus von Kent.

Die Eolithenschicht von Kent liegt unter der alten Driftschicht des Kenter Kreideplateaus, das die Gegend zwischen dem Themsetal und dem südenglischen Küstengebiete in sich schließt. Rutot teilt sie der pliozänen Eiszeit zu; leider fehlen der Stätte paläontologische Einschlüsse.

d) Oberes Pliozän.

Stufe von Saint-Prest und Cromer Forest-Bed.

Saint-Prest (Seine-et-Oise) ist in seinen oberen Schichten sicher quartär; die tiefstliegenden Sande und Kiese mit Elephas meridionalis (Südelefant) teilt die französische Forscherwelt dem Pliozän zu. Typische Chellestypen sind bisher nur in den höheren Schichten von Saint-Prest, nie aber in dem eigentlichen Eolithenhorizont gefunden, der mit der sogenannten tiefen „Meridionalisschicht" zusammenfällt.

Cromer Forest Bed (Südost-England) schließt sich hinsichtlich seiner Fauna und Werkzeugfunde der vorstehenden Lokalität eng an.

II. Quartär.

Altquartär.

Dem Altquartär teilt Rutot die noch rein eolithischen Stufen des Reutelien, Mafflien und Mesvinien (mit Elephas antiquus) zu. Sie sollen der ersten quartären Eiszeit, d. h. der Phase des Vorstoßes und Rückzuges ihrer Gletscher da Rutot eigentliche Zwischeneiszeiten nicht anerkennt, angehören. Die typischen Fundstätten für diese drei Stufen liegen in Belgien, doch glaubt Rutot, daß sie auch anderwärts vorhanden sind.

Mit den Stufen des Strépyen und des Chelléen läßt Rutot die eigentliche paläolithische Ära beginnen. Diese Stufen sind bereits von dem letzten der quartären Elefanten, dem Mammut, begleitet, der aber erst gegen das Ende des Diluviums erlischt. Bezüglich der älteren Steinzeit deckt sich Rutots System im wesentlichen mit den neueren französischen, wenn er auch für die belgischen Höhlenindustrien lokale Namen und Gruppen schuf.



K. u. K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.

Die Zeit (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Viel Freunde wird sich voraussichtlich das Jahrbuch der Naturkunde erwerben, denn für dieses interessieren sich heute alle ohne Ausnahme; und obgleich es an populären Gesamtdarstellungen nicht fehlt, hat man doch bis jetzt noch kein periodisches populäres Werk gehabt, das über die Fortschritte jedes Jahres berichtet. Es werden abgehandelt: die Astronomie, die Geologie und Geophysik, die Physik, die Meteorologie, die Chemie, die Biologie, die Botanik, die Zoologie, die Urgeschichte der Menschheit, die Ethnographie, die Physiologie und Psychologie alles sehr hübsch, stellenweise spannend. Die Fülle des dargebotenen Stoffes ist staunenswert und auch der Unterrichtetste wird das Buch nicht aus der Hand legen, ohne Neues daraus gelernt zu haben."

Anzeiger für die neueste pädagogische Literatur. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Für einen so billigen Preis wird man selten ein so gediegenes Werk wie das vorliegende erlangen."

Aus der Heimat. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Ich bin auch von anderer Seite schon öfters nach einem Werke gefragt worden, in dem die Fortschritte der Naturwissenschaften für Laien bearbeitet sind. Nun kann ich ein solches empfehlen: das im Verlag von K. Prochaska, Teschen, erschienene und von H. Berdrow bearbeitete Illustr. Jahrbuch der Naturkunde." Stuttgart, Dr. K. G. Lutz.

Roseggers Heimgarten. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Die Bearbeitung und Redaktion ist ganz musterhaft gelöst. Bei der flüssigen, fesselnden und anregenden Schreibweise dieser Jahrbücher der Geschichte werden dieselben hoffentlich baldigst sich einbürgern . . . . Die Anschaffung dieses Jahrbuchs der Weltgeschichte kann jedermann nur bestens empfohlen werden. Man wird durch dasselbe bei äußerst angenehmer, nirgends langweiliger Darstellung von den Vorgängen auf allen Gebieten des Lebens, insbesondere des politischen, rasch und richtig unterrichtet."

Deutschtum im Auslande. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen „Es ist eine dem Bildungswesen zu gute kommende Idee, die Errungenschaften auf dem Gebiete der Erdkunde in Jahrbüchern volkstümlichen Charakters zu billigem Preise darzubieten . . . . Alles ist durch treffliche Abbildungen dem Auge nahe gebracht. Das neue Jahrbuch verdient ganz unseren Beifall."

Volks-Zeitung. (Berlin). „Ein ausgezeichnetes Volksbuch ist soeben im Verlage von Karl Prochaska, Teschen und Wien, erschienen. Es ist der erste Jahrgang des ‚Illustrierten Jahrbuchs der Naturkunde'. Hermann Berdrow, der sich eines in wissenschaftlichen Kreisen sehr geschätzten Namens erfreut, hat mit erstaunlicher Sorgfalt alle naturwissenschaftlichen Ereignisse, Forschungsergebnisse und Entdeckungen der letzten Jahre registriert. Keine Abteilung der Wissenschaft ist in diesem interessanten Werke unberücksichtigt geblieben. Zahlreiche Illustrationen schmücken das lesenswerte, hochinteressante Buch. Zuletzt sei noch hervorgehoben, daß der außerordentlich billige Preis von einer Mark jedem Naturliebhaber die Anschaffung des Werkes ermöglicht."

Breslauer Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Von Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern nimmt zweifellos das Jahrbuch der Weltgeschichte den hervorragendsten Rang ein. Der etwa 160 Seiten Lexikonformat starke Band, der mit zahlreichen Illustrationen aufs würdigste ausgestattet ist, vereinigt in sich wieder alle Vorzüge, die von uns bereits bei Besprechung des vorigen Jahrgangs hervorgehoben werden konnten, vorzügliche Beherrschung des Stoffes, lichtvolle Darstellung, volkstümliche Schreibweise und gesundes politisches Urteil."

Linzer Tagespost. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Verfasser führt uns in die Regionen des ewigen Eises, nach Asien, in die Neue Welt, nach Afrika, Australien und nach der Südsee und versteht es, in leichtfaßlicher und dabei anregender Form die physikalischen und politischen Verhältnisse dieser Gebiete zu schildern. Zahlreiche, dem Texte eingefügte Illustrationen tragen zum Verständnisse des Inhalts bei. Das Buch, das eine Fülle des Interessanten bietet, kann jedermann wärmstens empfohlen werden."

Norddeutsche Allgemeine Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Zweck des Buches ist, die weitesten Kreise mit den neuesten Forschungsreisen zu geographischen und ethnographischen Zwecken bekanntzumachen; dementsprechend ist auch der Preis ein sehr geringer. Es ist tatsächlich erstaunlich, welche Fülle von gediegener Belehrung in Bild und Wort dem Leser für 1 Mark geboten wird."

Münsterischer Anzeiger. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Die Skepsis, mit der wir an dieses Buch herantraten — wie an alle naturwissenschaftlichen Werke, die für billiges Geld angeboten werden und bei denen die dadurch hervorgerufene Betonung des populär-wissenschaftlichen Charakters nicht selten über den Mangel an Inhalt des Werkes hinwegtäuschen soll — machte bald einer anderen Auffassung Platz; wir begrüßen das Erscheinen dieses Werkes auf das lebhafteste. Das Werk ist stilistisch ausgezeichnet und mit zahlreichen und guten Illustrationen geschmückt. Der Preis von 1 Mark ist außerordentlich niedrig bemessen."

Zeitschrift für das Realschulwesen (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Wenn der Laie auch aus den Tageszeitungen gelegentlich Mitteilungen über neue Entdeckungen, neue Hypothesen und andere wissenschaftliche und technische Errungenschaften der Neuzeit erhält, so erlangt er damit kein vollständiges Verständnis der betreffenden Zweige des Wissens, da solche Mitteilungen meist nur unvollständig und zusammenhanglos geboten werden, ohne daß auf die oft nicht ausreichende Vorbildung der Leser Rücksicht genommen wird, ja nicht selten werden sie bereits veröffentlicht, ehe eine Arbeit zu einem gewissen Abschlusse gebracht worden ist. Das läßt sich aber erst nach einem bestimmten Zeitabschnitte erreichen und ist daher die Aufgabe von Zeitschriften, welche die Forschungen von einem oder mehreren Jahren zusammenfassen. Es erscheint somit ein solches Jahrbuch, wie es hier vorliegt, ganz geeignet, aufklärend über neuere wissenschaftliche Fragen zu wirken. Das Jahrbuch beginnt mit der Vorführung einiger Entdeckungen am gestirnten Himmel. Es wird dann die Erdrinde in der Vergangenheit und Gegenwart kurz betrachtet, wobei die Veränderungen an der Erdoberfläche, die Verteilung von Wasser und Land sowie namentlich die Erscheinungen der Eiszeiten nach dem Ingenieur Reibisch durch ein regelmäßiges, sehr langsames Schwanken des Erdballs um eine den Äquator schneidende Achse erklärt werden. Durch eine solche sollen einzelne Gegenden der heißen Zone in höhere Breiten und umgekehrt versetzt werden. Die Untersuchungen über Erdbeben führen uns die gewaltigen Wirkungen dieser Erscheinung im letzten Jahre vor. Die Physik belehrt über einzelne Bewegungen der kleinsten Körperteilchen und besonders über die Ätherfrage sowie über die Kräfte des Luftmeeres, wobei auch die Sturmwarnungen und das Wetterschießen berührt werden. Die Chemie führt uns die neuen Elemente, hohe und tiefe Temperaturen vor. Aus der Biologie wird einzelnes zum Beweis der Abstammungslehre vorgeführt. Die Entdeckungen auf dem Gebiete der Welt der lebenden Wesen bringen manches Neue, ebenso die Vorgeschichte des Menschen und die Völkerkunde. Das ‚Jahrbuch' kann als sehr anregend und belehrend bezeichnet werden. Es ist in einem würdigen Ton gehalten und kann auch der reifen Jugend in die Hand gegeben werden."

Allgemeiner Anzeiger für Deutschlands Rittergutsbesitzer. „Wieder einmal ein durchaus gelungenes Volksbuch bester Art, dieser erste im Prochaska-Verlage in Wien, Leipzig und Teschen erschienene Jahrgang eines ‚Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen', das 1 Mark (Kronen 1.20) kostet, für diesen Preis aber geradezu unglaublich viel und überraschend Gutes bietet. Der erste Jahrgang des ‚Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen' ist ein 216 Seiten starker Quartband mit 200 prächtigen Illustrationen. Der Text des Werkes ist eine Musterleistung der volkstümlichen Behandlung technischer Themata, so interessant und verständlich, so anziehend sind sie für die Laienwelt, das große Publikum, Jugend und Volk schriftstellerisch abgefaßt. Es ist ein Vergnügen, dieses Werk zu lesen, man verfolgt seinen Inhalt mit einer wahren Spannung."



